Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Министерство образования и науки Нижегородской области
Ассоциация инженерного образования России
Ассоциация технических университетов
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева»

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов
XXIII Всероссийской молодежной
научно-технической конференции, посвященной
110-летию со дня рождения конструктора, испытателя,
полярника, исследователя Арктики и Антарктиды
А.Ф. Николаева

Нижний Новгород, 31 мая 2024 г.

Нижний Новгород 2024

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XXIII Всероссийской молодежной научно-техн. конференции; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2024. – 833 с.

В тезисах докладов излагаются актуальные вопросы развития научно-исследовательских, опытно-конструкторских разработок в различных отраслях промышленности, а также представлена их реализация в рамках молодежных инновационных проектов. Рассматриваются вопросы транспорта, машиностроения, приборостроения, материаловедения, электро- и ядерной энергетики, химии и химических технологий, радиоэлектроники и информационных технологий, а также социально-экономические и философско-методологические проблемы технической науки и инженерного творчества.

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

А.А. Куркин (председатель), **В.В. Беляков** (ответственный секретарь конференции),
К.О. Гончаров, А.Б. Дарьенков, М.А. Легчанов, Р.Ш. Бедретдинов, А.Е. Жуков,
О.А. Казанцев, В.П. Хранилов, Н.А. Мурашова, Ю.М. Лукьянова,
М.В. Кангин, Т.Л. Михайлова, В.И. Казакова

ISBN 978-5-502-01803-6

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2024

Оргкомитет XXIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» приветствует всех участников в стенах Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева. Конференция ежегодно собирает для обмена опытом сотни молодых ученых, аспирантов, магистрантов и студентов.

XXIII Всероссийская молодежная научно-техническая конференция «Будущее технической науки» посвящена 110-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки и техники РСФСР, лауреата Сталинской премии, заслуженного изобретателя СССР, почетного полярника СССР, доктора технических наук, профессора Аркадия Федоровича Николаева.

В 1956 г. А.Ф. Николаев принимал участие в испытаниях сконструированной под его руководством ледофрезерной машины для строительства ледовых аэродромов в Арктике на дрейфующей станции «Северный Полюс-6». В 1957-1958 гг. в составе Третьей Советской Антарктической экспедиции, будучи начальником санно-тракторного поезда, он достиг Южного геомагнитного полюса нашей планеты и впервые в мировой истории – геометрического центра Антарктиды, так называемого Полюса относительной недоступности. За этот подвиг ему было присвоено звание «Почетный полярник СССР», а Президиум Верховного Совета СССР наградил его Орденом Ленина. В 1968 г. А.Ф. Николаевым было создано Опытно-конструкторское бюро по механизации разработки льда, снега и мерзлого грунта (ОКБ РАЛСНЕМГ), работавшее под его руководством до 1983 г. В 1972 г. А.Ф. Николаев основал кафедру «Строительные и дорожные машины», которой руководил до 1981 г.

Конференция проводится в рамках реализации Программы стратегического академического лидерства «Приоритет 2030». В 2021 году НГТУ им. Р.Е. Алексеева вошел в перечень вузов, отобранных для участия в программе «Приоритет 2030» как в базовой части конкурса, так и в специальной по треку «Территориальное и (или) отраслевое лидерство». В рамках стратегии развития открываются новые молодежные научно-исследовательские лаборатории, создаются проектные команды, участвующие в исследованиях мирового уровня, трансформируется университет. В 2022 года НГТУ вошел в число вузов-победителей, отобранных для реализации Федерального проекта «Передовые инженерные школы». В НГТУ открылась Передовая инженерная школа атомного машиностроения и систем высокой плотности энергии для опережающей подготовки инженерных кадров.

Конференция является одним из ключевых мероприятий реализации научной и молодежной политики университета, способствует выявлению и поддержке талантливых студентов, закреплению научных кадров в НГТУ, играет важную роль в профориентационной работе, проводимой в рамках образовательной политики вуза.

Конференция «Будущее технической науки» организована с целью содействия творческой и профессиональной деятельности молодых ученых. Она создает уникальные условия для практического осуществления программ подготовки и закрепления молодых научно-технических кадров, являясь реальным средством поддержки и реализации их инициатив.

Программа «УМНИК», организованная Фондом содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере, помогает начинающему исследователю перейти от анализа заимствованного опыта к осмыслению практической востребованности собственных идей. «Участие в конкурсе по программе «УМНИК» реализуется в рамках Международной молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки» с 2007 г.

Развитие научных идей, систематизация практического материала и интеграция молодых ученых из различных научных центров и промышленных предприятий невозможны без обмена опытом, что предполагает формирование коммуникативного пространства. Мы надеемся, что нынешняя конференция станет одним из этапов, способствующих объединению и творческому развитию научно-технической молодежи, расширению научного кругозора каждого участника, и поможет проникнуться духом научного открытия и осознания ценности научной коммуникации, что позволит в будущем занять достойное место в научном сообществе среди именитых деятелей образования, науки и производства.

Оргкомитет

ФОНД ЦЕЛЕВОГО КАПИТАЛА НГТУ им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

В Нижегородском государственном техническом университете им. Р.Е. Алексеева существует и развивается Фонд целевого капитала «НИЖЕГОРОДСКИЙ ПОЛИТЕХ».

На сегодняшний день ФЦК является одним из перспективных и успешных инструментов долгосрочного развития вузов в условиях открытой конкуренции.

ФЦК «НИЖЕГОРОДСКИЙ ПОЛИТЕХ» создан исключительно для формирования целевого капитала и использования дохода для поддержки деятельности вуза в части:

- финансовой и материальной поддержки деятельности молодых ученых, занятых в реализации перспективных НИОКР и преподавателей, разрабатывающих и внедряющих передовые методы обучения, инновационные проекты и новые образовательные технологии;
- укрепления материальной базы образовательной деятельности;
- установления и развития международных связей;
- оказания содействия в коммерциализации результатов интеллектуальной деятельности руководителей научных школ, молодых ученых, докторантов, аспирантов и студентов;
- финансирования формирования деятельности кадрового резерва;
- содействия в разработке и реализации некоммерческих проектов и программ в сфере образования;
- благоустройства территории;
- поддержки деятельности сообщества выпускников;
- стипендиальной и грантовой поддержки студентов, магистрантов, аспирантов и докторантов;
- поддержки издательской деятельности, направленной на реализацию уставных целей Фонда.

ФЦК НГТУ – один из первых фондов, реализованных в Приволжском федеральном округе с успешными и достигнутыми результатами в развитии науки и образования с целью обеспечения конкурентоспособности вузов.

ФОНД ЦЕЛЕВОГО КАПИТАЛА
НГТУ им. Р.Е. Алексеева

СОДЕРЖАНИЕ

Промышленный Нижний: традиции и перспективы 6
1. Радиоэлектроника и информационные технологии. 26
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства. 26
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры. 40
1.3. Телекоммуникации. 61
1.4. Информационные технологии. 80
1.5. Техническая кибернетика 152
2. Электроэнергетика. 166
2.1. Автоматизация систем электрооборудования. 166
2.2. Эффективность систем электроэнергетики. 185
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии. 203
3. Машиностроение. 214
3.1. Промышленные технологии в машиностроении 214
3.2. Автоматизация машиностроения 250
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы. 276
4.1. Конструирование наземных транспортных средств. 276
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств. 288
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания. 484
4.4. Строительные и дорожные машины. 496
4.5. Системы трубопроводного транспорта 509
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение. 514
5.1. Кораблестроение и авиационная техника. 514
5.2. Энергетические установки. 541
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции. 554
6. Материаловедение, металлургия и заготовительные производства машиностроения. 560
6.1. Материаловедение. 560
6.2. Металлургия и заготовительные производства машиностроения 561
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок 616
7.1. Ядерная энергетика. 616
7.2. Физика волновых процессов. 661
8. Медицинская инженерия и биотехнология. 675
8.1. Медицинская инженерия 675
8.2. Промышленная биотехнология и биоинженерия. 685
9. Химия, химические технологии и нанотехнологии 697
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов. 735
11. Экономика, менеджмент и инновации. 771
13. Философско-методологические проблемы технознания. 789
14. Студенческие инженерные проекты. 808

*Примечание: секция 12 (Научное общество учащихся) распределена по тематическим секциям.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НИЖНИЙ: ТРАДИЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

УДК 378.6

ГОЛУБЕВ М.В., ГОЛУБЕВА М.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассмотрим результаты развития промышленности Нижегородской области за 2023 год: общий объем отгруженной продукции по промышленности в целом составил за 2023 год 2018,0 млрд рублей (по итогам работы за 2023 год впервые превышен уровень в 2 трлн рублей). По объему продукции обрабатывающих предприятий Нижегородская область за 2023 год заняла 8 место в России и 2 место в Приволжском федеральном округе. Доля Нижегородской области в общероссийском объеме отгрузки обработки – 2,6%, в объеме ПФО – 13,2%:

1) производство автотранспортных средств занимает в объеме отгрузки обрабатывающих производств 16,8% (по итогам 2023 г.),
2) металлургическое производство – 14,2%,
3) химическое производство – 10,7%,
4) производство готовых металлических изделий – 10%,
5) производство пищевых продуктов – 8,2%,
6) производство компьютеров, электронных и оптических изделий – 6%,
7) производство нефтепродуктов – 4,2%,
8) 29,9% – другие виды деятельности обрабатывающей промышленности.

Индекс промышленного производства Нижегородской области за 2023 год превысил среднероссийский уровень и составил 110,6% (в среднем по Российской Федерации – 103,5%), индекс по обрабатывающим производствам – 110,9% (по Российской Федерации – 107,5%):

1) производство прочих транспортных средств и оборудования – в 1,6 раза;
2) производство электрического оборудования – в 1,5 раза;
3) производство готовых металлических изделий, кроме машин и оборудования – на 31,4%;
4) производство мебели – на 21,2%;
5) производство компьютеров, электронных и оптических изделий – на 19,5%;
6) производство автотранспортных средств, прицепов и полуприцепов – на 19,2%;
7) производство машин и оборудования, не включенных в другие группировки – на 11,4%;
8) производство кокса и нефтепродуктов – на 11,1%;
9) производство резиновых и пластмассовых изделий – на 7,8%;
10) производство химических веществ и химических продуктов – на 6,6%;
11) производство прочих готовых изделий – на 5,6%.

УДК 378.6

ГРИШКИНА Ф.С.

ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННОГО ТУРКМЕНИСТАНА: ПЕРСПЕКТИВЫ СОТРУДНИЧЕСТВА С НИЖЕГОРОДСКИМИ ИНЖЕНЕРНЫМИ ШКОЛАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Начало XXI века ознаменовалось качественно новым этапом развития системы высшего образования Туркменистана. Став независимым государством и имея за плечами только советский опыт внутренней образовательной политики, одна из наиболее «закрытых» в экономическом и социокультурном плане стран постсоветского пространства должна была в достаточно сжатые сроки решить как задачу создания национальной концепции в сфере образования, так и проблему выхода на международный уровень. Подготовка инженерных кадров высшей квалификации выступала одним из наиболее значимых аспектов образовательной политики, поскольку политический статус государства на мировой арене в наши дни определяется уровнем технологического развития.

В последнее десятилетие в Туркменистане можно наблюдать своего рода «бум» развития технических вузов. Наряду с Туркменским государственным архитектурно-строительным институтом, созданным в 2012 г. на базе существовавшего с 1963 г. политехнического, появился целый ряд новых образовательных учреждений, отразивших современные потребности страны в специалистах инженерного профиля. Приоритетным направлением высшего технического образования в Туркменистане является подготовки кадров для нефтегазовой отрасли. Это обусловлено высокими темпами развития топливно-энергетического комплекса, занимающего значительное место в формировании ВВП страны. 2012 г. стал годом основания в Ашхабаде Международного университета нефти и газа им. Ягшигельды Какаева, признанным одним из ведущих вузов нефтегазового сообщества Средней Азии. В 2016 г. был основан Огужанский университет инженерных технологий, в 2019 г. − Институт телекоммуникаций и информатики Туркменистана, Институт инженерии, транспорта и коммуникаций Туркменистана.

Одним из основных трендов современной стратегии высшего технического образования страны является интернационализация, традиции которой в значительной мере являются наследием советского периода. После длительного периода преимущественно обособленного развития туркменского образовательного пространства (1991-2006) [1], Россия стала одной из первых стран, с которой были заключены договоры о сотрудничестве как в сфере топливно-энергетического комплекса, так и по обмену опытом подготовки инженерных кадров. Именно организация филиала Российского государственного университета нефти и газа им. И.М. Губкина в Ашхабаде во многом стала основой для формирования академической среды, давшей начало новым техническим вузам Туркменистана. В то же время экономические условия и социально-демографическая картина, включая рост доли молодежи в общем населении страны, приводят к активному поиску получения высшего образования за рубежом.

В РФ туркменские студенты уже не первый год рассматриваются как полноправные участники образовательного процесса, о них говорят как о «субъектах восстановления академических и культурных контактов» России и Туркмении [2]. При этом региональные российские вузы являются здесь более предпочтительной образовательной площадкой не только по экономическим причинам, но и в силу значительного культурно-адаптационного потенциала. Чрезвычайно важным аспектом является здесь возможность усвоения опыта развития российских инженерных школ, многие из которых имеют за плечами уже более чем вековую историю. Для туркменских студентов Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, число которых в последнее время неуклонно растет (аналогичную тенденцию можно наблюдать и для других региональных технических вузов [2]), прин-

ципиально важно знакомство с историей горьковских промышленных предприятий и заводов, традициями и достижениями инженерных школ НГТУ. Для будущих инженеров, которые, вернувшись в Туркмению, будут создавать и внедрять технологические разработки, подобный опыт станет значимой концептуальной опорой. Этот опыт может сыграть тем более важную роль, что специфические черты развития многих отраслей промышленности, например, нефтегазовой, в России и Туркмении сходны. Интересно отметить, что стремление к интенсивным межкультурным коммуникациям в сфере образования России и Туркмении столь ярко обозначилось совсем недавно. Возможно, 2020-е годы со временем войдут в историю как новое начало культурного диалога между двумя великими добрососедскими странами.

Библиографический список

1. Погорельцева, А.М. Эволюция системы высшего образования в Туркменистане на фоне современных образовательных трендов // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 5. С. 150-160.
2. Белякова, Л.Ф. Туркменские студенты в Волгоградском техническом университете / Л.Ф. Белякова, Т.Л. Сидорова, Р.М. Петрунева, В.Д. Васильева // Высшее образование в России. 2020. № 4. С. 127-133.

УДК 339.137

ДУБИК Е.А.[1], УСОВ Н.В.[2]

ПРОЕКТ «ПРОМЫШЛЕННЫЙ НИЖНИЙ» ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА РАЗНЫХ УРОВНЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЭКОНОМИКИ

[1] Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
[2] Московский международный университет

Нижегородская область исторически являлась и является промышленно-ориентированным регионом, специализирующимся на обрабатывающей промышленности. Этому способствуют два важнейших фактора: выгодное географическое положение Нижегородской области и то, что регион не располагает месторождениями полезных ископаемых, которые составляют основу для сегодняшнего процветания многих территорий.

Нижегородские предприятия обеспечивают Российскую Федерацию целым рядом видов продукции, среди которых лидирующие позиции занимает производство автобусов (имеющих технически допустимую массу более 5 т – 58,23% от российского объема), грузовых автомобилей (36,6%), газетной бумаги (20,7%), стальных труб (обсадных – 21,1%), ПВХ (32,6%), этилена (11,3%), первичной переработки нефти (4,1%) [3].

Исторические и многознаменательные темпы развития промышленного комплекса области достойны перспективного контекста в туризме. Однако в Нижегородской области, как и в России, промышленный туризм не имеет массового распространения среди внутреннего и внешнего туристического потока: на его долю приходится 1% от общего российского рынка туристических услуг [3].

Сегодня согласно «Стратегии развития туризма в России до 2035 г.» развитие промышленного туризма входит в федеральную повестку как часть общей задачи развития туриндустрии и инвестиционной привлекательности страны. В 2016 г. веден национальный стандарт Российской Федерации «Туристские услуги. Промышленный туризм. Предоставление услуг». В 2017 г. был учреждён Совет по развитию промышленного туризма в Российской Федерации, задачами которого является объединить турбизнес, промышленные предприятия и власти для стимулирования развития межрегиональных маршрутов промышленного туризма, формирование единой карты промышленного туризма в России.

Нижегородская область не перешла в активную фазу по развитию промышленного туризма. Сегодня только несколько предприятий открывают свои двери для туристов на коммерческой основе: «Сормовская кондитерская фабрика», «Выксунский металлургический завод», фабрика мороженого «Колибри», фабрика «Хохломская роспись», фабрика стеклянных елочных украшений «Ариель» [1].

Для повышения развития промышленного туризма на территории Нижегородского региона на базе Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева (НГТУ) действует социальный проект «Промышленный Нижний».

Проект «Промышленный Нижний» уже более шести лет реализуется добровольцами волонтерского отряда «ПромЭкскурсовод» НГТУ. В рамках проекта при помощи smart-волонтеров отряда «ПромЭкскурсовод» любой турист Нижегородской области может посетить серию уникальных, бесплатных и безопасных экскурсий по системе «без турникетов» на инженерно-промышленные и культурно-исторические объекты (цеха, учебные и научные центры, музеи крупнейших предприятий региона), зачастую закрытые в обычное время для посторонних глаз.

Предлагаемый промышленный туристический продукт основывается на сочетании нескольких типов и разновидностей туризма, что повышает его конкурентоспособность и стимулирует спрос к туризму на рынке.

Туристические экскурсионные программы проекта «Промышленный Нижний» реализуются:

- по нескольким направлениям и могут интегрироваться и аккумулироваться в группы: промышленно-историческая – посещение заводских музеев: автомобильного завода «ГАЗ», ПАО «Завод Красное Сормово», Нижегородского авиастроительного завода «Сокол», ПАО «Нител» (история изготовления связных радиостанций, радиолокаторов, телевизоров), ПАО «Завод им.Г.И. Петровского» и др.; промышленная – экскурсии на действующие предприятия: ПАО «Завод Красное Сормово», АО «Красный якорь», АО ПКО «Теплообменик», АО «Нижегородский химико-фармацевтический завод», ПАО «Нител» и др.;
- на разных географически-территориальных площадках: г. Н.Новгород или города/районные центры/села области (г. Ворсма, г. Павлово, г. Семенов, г. Городец, г. Заволжье, р.п. Вача, г. Выкса, г. Балахна и др.);
- по нескольким видам туризма одновременно в зависимости от особенностей туристов: познавательный (экскурсионный), деловой экологический (например, посещение мусоросортировочного завода «МАГ Груп»), ностальгический (посещение прошлых мест работы), научный и образовательный (получение практических и учебных знаний), шопинг (покупка изделий народных промыслов: семеновская и городецкая роспись, городецкий пряник, ножи и топоры ворсменских мастеров);
- по возрастным, языковым особенностям туристических групп. Целевая аудитория проекта расширенная. Для иностранцев экскурсии проходят на международном языке общения – английском;
- по укомплектованным группам с разными возрастами, уровнем образования, общественным положением, но на основе изучения социально-психологических особенностей каждого туриста;
- по денежным, автотранспортным возможностям туристов. Туристическое обслуживание автомобильных перевозок осуществляются по трем направлениям:

1) регулярные пассажирские перевозки – рейсовые автобусы по городу и области;
2) на личном автотранспорте туристов;
3) нерегулярные пассажирские перевозки – транспорт партнеров проекта («МАГ Груп», Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, «СИБУРнефтихим», Областное кадровое агентство «ОКА»).

Таблица 1. **Решение экономических задач на разных уровнях функционирования экономики с помощью промышленного туризма**

Уровень функционирования экономики	Решение экономических задач
Предприятие (макроуровень)	Привлечение новых кадров. Трудоустройство. Демонстрация достижений: технологий, качества продукции. Повышение конкурентоспособности бренда и продукции.
Регион (микроуровень)	Продвижение на внутреннем и международном рынках региональных брендов. Рекламное продвижение на рынке продуктов. Формирование имиджа территории, благоприятной для развития промышленности и предпринимательства. Повышение инвестиционной привлекательности территории.

Опыт работы в сфере промышленного туризма показывает, что с помощью постоянной демонстрации промышленных объектов можно на разных уровнях функционирования экономики (микро, макро) решать различные экономические задачи, представлены в табл. 1. [2].

Библиографический список

1. Дубик Е.А., Усов Н.В., Басова Л.Н. Промышленный туризм Нижегородской области – тренд развития культуры и экономики региона // Русский мир: динамика научного познания: сб. ст. участников междунар. науч.-практ. конф 23-25 октября 2019 г. – Арзамас: Арзамасский филиал ННГУ, 2019. – С. 374-377.
2. Дубик Е.А., Усов Н.В. Туристическо-промышленный проект Нижегородского региона России // Актуальные проблемы развития туризма: сб. ст. по матер. IV междунар. науч.-практ.конф.– Москва: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный университет физической культуры, спорта, молодёжи и туризма (ГЦОЛИФК)», 2020. – С. 228-232.
3. Статистический бюллетень РОССТАТА к всемирному дню туризма – 2023 [Электронный ресурс]. – https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/turism_2023.pdf (Дата обращения – 12.03.2024).

УДК 537.6

ЕГОРОВА С.Н., МИНУТИН С.А.

УЧИТЕЛЯ, КОТОРЫЕ ГОТОВИЛИ КАДРЫ, СОЗДАВШИЕ ПОМЫШЛЕННОСТЬ СССР

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье
МБОУ СШ № 17 им. Арюткина Н.В. г. Заволжье

Теория, не проверяемая опытом, при всей красоте концепции теряет вес,
не признаётся; практика, не опирающаяся на взвешенную теорию,
оказывается в проигрыше и убытке.
Д.И. Менделеев

В основании любого дела всегда лежат вовлеченность и увлечённость. Вовлечь в занятие чем-то полезным – трудно. Возможно по этой причине молодёжь больше вовлекают в развлечения, чем в труд. Для страны вовлечение в развлечение занятие не только пустое, но и вредное. Другое дело – вовлечение в общее дело, в общий труд. Такое вовлечение может увлечь, особенно нас, юных, как считает взрослое поколение, крайне инертных, ничем не интересующихся, граждан.

В качестве примера преодоления трудности на пути к науке молодому поколению приводят такие имена, как Михайло Ломоносов, Виталий Гинзбург и др. Действительно, их путь

в науку был очень труден. На пути стояли различные преграды: то денег нет на учёбу, то есть мнение старших, что учёба вообще не нужна и т.д. Это единичные примеры, на которых из страны супердержаву не сделать. А как увлечь получением знаний всю страну? Как дотянуться до звёзд, как покорить атом? Как перевернуть весь мир, направив его от разрушения к созиданию?

В.И. Вернадский писал: «Рост научного знания в XX веке быстро стирает грани между отдельными науками. Мы всё больше специализируемся не по наукам, а по проблемам». Наверное, можно констатировать, что XXI век окончательно стёр все грани между науками. Я думаю, что уже в школе должны быть учителя с учёными степенями. Великий нижегородец, генетик Сергей Сергеевич Четвериков писал о годах своей учёбы в школе: «Среди наших преподавателей было немало лиц с учёной степенью. Так, например, живую природу преподавал Иван Иванович Каблуков, будущий всемирно известный химик, доцент Владимир Павлович Зыков преподавал нам физическую географию». Только увлечённые учителя способны разжечь в школьниках огонь знаний.

Ещё я считаю, что ученики школ должны пройти опыт решения каких-то коллективных и желательно больших задач, не вмещённых в рамки сбора макулатуры, металлолома и пластмассовых пробок. Подобный опыт дан выдающимися педагогами Макаренко, Сухомлинским и др. В Нижегородской области такой опыт тоже есть.

Село Большое Козино в начале XX века не имело освещения. Так случилось, что идею освещения посёлка сумел осуществить директор большекозинской средней школы Александр Ананиевич Курощенко. Директор школы поехал в Горький (Нижний Новгород) к специалистам краевого земельного управления. Он убедительно доказал необходимость постройки электростанции на реке Пыре в Большом Козино. Вышестоящие органы выдели одну тысячу рублей на постройку гидростанции. 12 июля 1936 года был проведён первый субботник, а к 11 октября электростанция была готова и дала первый свет. Гидростанция осветила школу, больницу, клуб и дома учителей. ГЭС построили ученики 8,9,10 классов! Потом эти ученики и стали основной промышленного ядра Горьковской области.

Был похожий пример и в г. Заволжье. Директор школы Ванин Алексей Фёдорович обратился к ученикам с предложением посадить большой сад фруктовых деревьев. И все ученики школы откликнулись, и зацвели вишни, груши, яблони. Алексей Фёдорович был директором школы с 1952-1988 гг.

Опыт есть и опыт хороший. Кроме того, надо всегда думать о том, почему имена одних людей исчезают без следа, вместе с пустыми словами о великих свершениях, а имена других, немногословных людей, остаются в веках. Всё происходит так, как писал о правильной жизни настоящих людей поэт Владимир Маяковский: «чтобы умирая, воплотились в пароходы, в строчки и в другие долгие дела». Надо кем-то стать, а для этого что-то сделать.

---

1. Подкар, С.Б. Очерки истории нижегородской науки и техники (1896-1960гг.), с. 144-147, Нижний Новгород 2008 г.

УДК 94.167 (629.122)

КИСЕЛЕВ И.И.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОРМОВСКОГО ЗАВОДА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX В.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие промышленности – ключевой фактор устойчивого развития любого государства. В Российской Империи существовало несколько центров промышленности: уральские металлургические заводы, центр легкой промышленности на пересечении торговых путей в

центральной части России. Одним из важнейших центров промышленности России и СССР был и остается Нижний Новгород, имеющий уникальное в логистическом плане расположение на пересечении Волги и Оки, поэтому здесь сосредоточено несколько крупных заводов, преимущественно тяжелой промышленности. В этой работе рассматривается история начальных этапов жизни Сормовского завода дореволюционного периода. Цель настоящей работы – попытка проследить тенденции развития завода, выявив факторы, определяющие тип выпускаемой продукции в тот или иной период. Анализ эволюции предприятия позволит выявить положительные и отрицательные стороны в опыте постройки судов различного назначения.

С момента создания в 1849 г. до настоящего времени завод «Красное Сормово» прошел сложный путь: от небольшого судостроительного предприятия до одного из крупнейших многоплановых заводов России. В разные годы в зависимости от потребностей страны здесь выпускались: суда, паровозы, вагоны, двигатели, танки, снаряды, имело место и «сопутствующее» производство: плуги, бороны, металлические инструменты, товары широкого потребления.

Рассматривая хронологические этапы Сормовского завода, выделим некоторые значимые вехи. Датой основания предприятия является 21 июля 1849 г., когда Балахнинский уездный суд утвердил купчую на участок «начиная от межи государственных крестьян Козинской волости, деревни Соромовой, вниз по течению реки Волги, вдоль правого ее берега» [3, с. 14]. Ввод в эксплуатацию и наладка производства были настолько быстрыми, что уже в мае 1850 г. было спущено на воду первое судно – деревянный колесный пароход-забежка Ласточка- и Кабестан с двумя трубами «Астрахань». Одновременно с этим, начинается постройка пароходов с металлическими корпусами, и 30 апреля 1852 г. первый «Орел» был спущен на воду.

Как и любое предприятие тяжелой промышленности, завод мог быстро освоить и выпуск военной продукции. Так, в годы Крымской войны (1853-1856) предприятию на Волге, согласно царскому указу, следовало развернуть производство военно-морских судов для Каспийской флотилии [3, с. 16], нужны были морские суда с винтовым ходом. Постройка судов подобного типа на Сормовском заводе являлась техническим новшеством, поскольку ранее завод выпускал корабли для речного пользования, где движителем были колеса. Однако для морских походов, особенно военных, такие суда не годились по ряду причин. Во-первых, КПД колеса – 20-30 %, а у винта – около 70 %. Во-вторых, низкая маневренность при плохих погодных условиях: при высокой волне колесо могло полностью подниматься над водой, совершая движения вхолостую. В-третьих, высоко расположенный центр тяжести судна негативно сказывался на остойчивости. В-четвертых, в условиях военных действий колесо было проще вывести из строя метким выстрелом [2].

Важной вехой в истории Сормовского завода стал период 1864-1870 гг., когда на фоне кризиса, связанного с отменой крепостного права, завод пережил упадок, численность работников сократилась почти в 10 раз, но владелец – Д.Е. Бенардаки, уделяя большое внимание развитию завода и рассчитывая на получение заказов по строительству железнодорожных путей, строит первую в России мартеновскую печь в апреле 1870 г. [5, с. 284]. Сталь, выплавляемая на заводе, отличалась высоким качеством, за что заводу в 1872 г. на Московской политехнической выставке была присуждена Большая золотая медаль [3, с. 18]. Присуждение столь значимой награды есть яркое свидетельство как профессионализма мастеров-металлургов, так и подтверждение организационных, аналитических способностей владельца завода, личностно заинтересованного в возрождении завода, приумножении его достижений и понимании системной связи между развитием различных отраслей промышленности – металлургии и железнодорожного дела. При этом речь идет о самом начале их становления.

Строительство железных дорог естественным образом инициировало становление вагоностроения, положившего начало следующему этапу развития Сормовского завода, отсчет которого следует считать с 1872 г. Из-за стремительного развития железнодорожных путей в Российской Империи, спрос на вагоны возрос, что обеспечивало бесперебойные заказы на их постройку; поэтому 1872-1890 гг. – это исторический период Сормовского завода, когда основным видом деятельности стало вагоностроение. В 1876-1880 гг. Сормовский завод выпустил 17 % всех вагонов страны (6 628 шт.), а также сопутствующие товары для строительства дорог [4, с. 30]. В этот период ежемесячно производилось от 200 до 250 вагонов, трубы, котлы и другая сопутствующая продукция [4, с. 20]. Бум в железнодорожной сфере надежно обеспечивал завод государственными заказами. При этом, в условиях упадка судостроительной отрасли, предприятие смогло достаточно быстро и успешно сменить профиль работы, не снизив при этом качества выпускаемой продукции, за что в 1882 г. (как признание качества продукции) завод получил право на изображение на своей продукции Государственного герба России [3, с. 219]. Резюмируя достижения этого исторического периода, сделаем промежуточный вывод: любой новый вид деятельности, будучи ответом на объективные потребности, народного хозяйства, сопровождался выпуском качественной продукции, о чем свидетельствует очередная высокая награда – право на изображение на продукции Государственного герба России.

Новое всегда сопровождается возвратами к традиции; вот такой традицией для сормовичей, живущих на великой реке, было судостроение и кораблестроение. И вот в 1882 г. было возобновлено кораблестроение, а в 1887 г. спущен на воду первый морской танкер «Минин» по заказу нефтяной компании «Товарищество нефтяного производства братьев Нобель» [3, с. 187]. И вот опять – первые. Но традиция кораблестроения на заводе в следующее десятилетие дополнится новой традицией: время диктует свои требования. Было начато производство паровозов, ставшее на долгие годы основным направлением деятельности завода; точкой отсчета стал знаменательный 1898 год. Уже в 1899 г. из цеха вышел сотый паровоз «нормального типа 1897 г.» серии Од. Интересно, что паровозам «нормального типа 1897 г.» присвоили наименование серии Од – «Основной тип» с кулисным механизмом Джоя несколькими годами позже – в 1912 г. [8, с. 17-19].

В начале XX в. продолжалось бурное развитие предприятия. 21 мая 1903 г. – дата, когда Россия сделала важный вклад в развитие мировой судостроительной промышленности: был спущен на воду танкер «Вандал» – первый в мире теплоход и, вместе с тем, дизель-электроход, разработанный выдающимся русским инженером К.П. Боклевским (1862-1928) [7]. Избитая поговорка, что «талантливый человек талантлив во всем» в полной мере относится к этому человеку: несмотря на то, что жизнь и карьера были связаны с судами, Константин Петрович в 1909 г. организовал при кораблестроительном факультете курсы инженеров-авиаторов, высоко оценив перспективы авиации, обнаружив много точек соприкосновения ее с судостроением [13, с. 88]. Подводя небольшой итог этому сценарию, стоит отметить, что опять присутствует симбиоз направлений, в частности, в данном случае – авиация и корабли. Вернемся к «Вандалу»: нефтеналивное судно стало прорывом в кораблестроении, ознаменовав новую эру в использовании человечеством транспортных возможностей рек и озер [7]. Успешная эксплуатация «Вандала» и аналогичного с ним «Сармата» доказала перспективность теплоходов, и в 1908 г. на заводе было организовано Бюро тепловых двигателей. Специалисты бюро, изучив мировой и российский опыт в проектировании и постройке ДВС, перерабатывали техдокументацию применительно к Сормовскому заводу на основе приобретаемых лицензий [3, с. 224-225].

Продолжая выпуск паровозов, в 1909 г. Сормовский завод получил заказ от Управления казенных железных дорог на проектирование нового паровоза типа 1-3-1 [8, с. 16], и уже в 1910 г. спроектирован и построен первый паровоз серии С «Сормовский», получивший признание как лучший пассажирский дореволюционный паровоз России. Он отличался не

только экономичностью топлива, но и скоростью, за что и получил прозвище «Гончая Малаховского» – по фамилии его создателя. [3, с. 222-223]. С 1911 по 1918 гг. на предприятии выпущены 384 паровоза серии С [8, с. 47], а их производство было налажено и на других заводах России. Постановлением Всероссийского Совета Народного Хозяйства «О национализации заводов, входящих в финансовую группу Сормово – Коломна» № 939 от 30 (17) июня 1918 г. завод был национализирован [12, с. 1338-1339].

С момента создания завод «Красное Сормово» смог взять высокий темп производства самой разноплановой продукции. Основным профилем в работе данного завода всегда был выпуск судов, но в сложные периоды он смог быстро перепрофилироваться на выпуск другой, не менее важной для страны продукции. За весь дореволюционный период заводом было выпущено 489 судов разных классов и разного назначения [6, с. 92] и 2 164 паровоза [9, с. 127], изготавливались вагоны и другая сопутствующая продукция. За многолетнюю историю завод не только сохранил наследие волжских кораблестроителей, но и приумножил опыт этой отрасли. В настоящее время Сормовский завод успешно продолжает выпуск судов разных классов и назначения: круизные лайнеры, дноуглубительные суда, танкеры, сухогрузы, играющие важную роль в развитии оборонного и гражданского секторов экономики России. Исследование истории развития завода, его научно-технических концепций означает глубокое осмысление прошлого, анализ успехов и проблем, что способствует выбору правильного вектора дальнейшего развития.

Библиографический список

1. Аладьин, С.Г. Красный Сормович № 35 сентябрь 2007 – URL: www.sormovich.nnov.ru/old_site/def~2081.htm. – Дата обращения: 20.04.24
2. Алферьев, М.Я. Судовые движители, изд. «Водный транспорт» 1938. – 664 с.
3. Илескин, Г.А. «Красное Сормово»: Завод и люди / Г.А. Илескин, Ю.К. Меньщиков, А.А. Постнов. – Нижний Новгород: Кварц, 2006. – 696 с.
4. Козонин, А.В. История Красного Сормова / А.В. Козонин. – М.: «Мысль», 1969. – 489 с.
5. Кудрин, В.А. Металлургия стали: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1989. — 560 с.
6. Макеев, А. Сормовская республика. Русский мир.ru. 2021. № 5.
7. Медиахолдинг «Общественная Служба Новостей». – URL: https://www.osnmedia.ru/1000/tanker-vandal/ – Дата обращения 18.04.2024
8. Никольский, А.С. Паровозы серии С. – М.: Виктория, 1997. – 176 с.
9. Раков, В.А. Локомотивы транспортных железных дорог 1845–1955. – М.: Транспорт, 1995. – 564 с.
10. Рокотов, А. От танка до танкера. Как судостроители СССР опередили свое время | Еженедельник «Аргументы и Факты» № 45 ноябрь 2018. – URL: https://nn.aif.ru/society/details/ot_tanka_do_tankera_kak_sudostroiteli_sssr_operedili_svoe_vremya. - Дата обращения 14.04.2024
11. Самойлов, К.И. Морской словарь. – М.-Л.: Государственное Военно-морское Издательство НКВМФ Союза ССР, 1941. Т 1. − 654 с.
12. Собрание узаконений и распоряжений правительства за 1917-1918 гг. Управление делами Совнаркома СССР. – М. 1942. – С. 1338-1339.
13. Цехановская, О. Инженер-кораблестроитель К.П. Боклевский // Морской сборник. – 2014. – № 6. – С. 86-93.

УДК 94(47)

КУЛИКОВ Е.А., НОВИКОВА М.В.

ПРОЕКТЫ ИНЖЕНЕРА Н.В. КАБАЧИНСКОГО − ПРОТОТИПЫ СОВРЕМЕННЫХ СУДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В 1913 г. на Сормовском заводе был спущен на воду сухогруз «Данилиха», открывший новую страницу в истории судостроения. Он оказался лучшим в своей серии и стал прототипом современных сухогрузов «река − море». Вмещая 800 тонн груза при осадке около одного метра, он свободно доходил до Москвы, чего не могли делать другие пароходы. Его разработчиком был инженер Н.В. Кабачинский. В своей статье мы сделали попытку напомнить о жизни нашего земляка и его вкладе в развитие кораблестроения.

Николай Васильевич Кабачинский родился в 1968 г. в деревне Матурино Череповецкой губернии. Отец был крестьянином из деревни Кабачино, откуда и пошла фамилия инженера. Его биография уникальна, но вместе с тем имеет и типичные черты, которые зависят от исторического контекста. Будущий инженер родился в разгар великих реформ, послуживших толчком для масштабного развития промышленности в России. Семья Николая Васильевича не была бедной, владела землей и речными судами, вела торговлю [1], это и определило профессию Николая Кабачинского. Он едет в Москву и получает прекрасное техническое образование, закончив Императорское Московское техническое училище (ныне – Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана).

В 1893 г. на его руках диплом инженера-механика, и он решает приложить свои знания на Сормовском заводе. Если еще в первой половине века по Волге и ее притокам плавали суда, двигавшиеся силой ветра, бурлацкой бечевой или конной тягой, и только появлялись первые паровые судна, то в это время судостроение развивается по экспоненте: в 1895 г. судов уже 1392 единицы [2]. Росло не только их количество, но совершенствовались их конструкции и технические характеристики.

В 1887 г. на Сормовском заводе спускают на воду первый морской нефтяной танкер «Минин» водоизмещением 500 тонн для Каспийского моря, в 1903 г. – первый в мире дизель-электроход, танкер «Вандал» [3] и т.д. Для развития пароходного судоходства необходимы инвестиции. Создаются крупные пароходные предприятия. Еще в 1843 г. Николай I утверждает устав судоходного предприятия «Пароходное общество «По Волге». Эта дата считается датой основания Волжского речного пароходства. Затем были созданы пароходные общества «Кавказ и Меркурий», «Самолет», которое занималось пассажирскими перевозками и ряд крупных частных пароходных компаний: А.А. Зевке, братьев Милютиных, М.Зарубина, М. Кашиной, братьев Каменских и др. Все они сыграли большую роль для развития пароходного дела.

Для Торгового Дома «Ф и Г. Бр. Каменские» Кабачинский с 1909 г. работает над серией пассажирских пароходов − «Василий», «Григорий», «Марианна», «Наталия», «Федор». И именно по заказу товарищества «Братья Каменские и Н. Мешков» Николай Кабачинский создает сухогруз «Данилиха». Это значительное по своим размерам судно (280х48х11 м) стало самым крупным по грузоподъемности (до 123 тыс. пудов), двухвинтовым, мощностью в 300 эф. сил, мелководным, могущим доставить груз до Москвы. В дальнейшем оно послужило прототипом сухогрузного флота большой грузоподъемности и мощности типа «Большая Волга» и «Шестая пятилетка».

Имя инженера, спроектировавшего его, сегодня неизвестно широкой аудитории, только в узких кругах кораблестроителей. Для остальных горожан и гостей города еще недавно,

до ремонта здания, о нем могла напомнить табличка на доме № 12 на Верхне-Волжской набережной. В ней было указано, что особняк был построен в 1912-1913 гг. по заказу инженера-механика Сормовского завода Николая Васильевича Кабачинского. Это был именно тот период, когда Кабачинский закончил работу над пассажирскими судами и сухогрузом «Данилиха» для товарищества «Братья Каменские». А вот дальше дела частных компаний уже шли не так хорошо. Исторический контекст изменился. К власти пришли большевики.

До 1929 г. Кабачинский еще работает по специальности, занимая должность инспектора в Правлении Волжского речного пароходства, живет в доме № 15 на Верхне-Волжской набережной в квартире № 2, возможно, после уплотнения. 29 октября 1929 г. его арестовывают. 13 ноября 1930 г. Коллегией ОГПУ он осужден по статье 58-7 за участие в контрреволюционной вредительской организации. Приговорен к высшей мере наказания, но приговор заменен на 10 лет в исправительно-трудовом лагере с конфискацией имущества. После ареста след Н.В. Кабачинского теряется.

Один из сыновей инженера, Николай Николаевич Кабачинский (1898-1959) продолжил дело отца. Став доктором технических наук и профессором, он долгие годы возглавлял кораблестроительный факультет Горьковского политехнического института им. А.А. Жданова. Среди его крупных научных достижений − создание методики определения напряжений в гребном валу при ударе винта о твердый предмет, конструкция реверсивного редуктора для гребных винтов мелкосидящих судов с разветвлением энергии двигателя. Под руководством Н.Н. Кабачинского созданы труды по теории крыльчатых движителей и разработан ряд методов аналитической гидродинамики корабля. Он ушел из жизни в 1959 г., а совсем вскоре, 1 декабря 1960 г., был реабилитирован его отец − талантливейший русский инженер-судостроитель Николай Васильевич Кабачинский [4].

Библиографический список

1. Николаев А. Человек и сухогруз. Как механик Кабачинский стал соседом купцов / Аргументы и факты. 08.07.2021.
2. Восемь столетий Нижегородской истории: в 2 т. – Т.1: XII-XIX века / отв. ред. П.В. Чеченков. – 2-е изд., дополненное – Нижний Новгород: Научно-издательский центр НГТУ, 2021. с.448
3. Искусство строить корабли. Завод «Красное Сормово» / Каталог Объединенной судостроительной корпорации.
4. https://ru.openlist.wiki/Кабачинский_Николай_Васильевич_(1868)

УДК 372.893

МАХАЛОВ Д.Н., КРЫЛОВА А.В.

SWOT-АНАЛИЗ ИСТОРИЧЕСКИХ СИМУЛЯТОРОВ КАК ПЕДАГОГИЧЕСКОГО ИНСТРУМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На заседании наблюдательного совета АНО «Россия – страна возможностей», состоявшегося 19 июля 2023 г. прозвучало: «Игра … это не игрушечное дело … это то, что должно быть на стыке искусства и образования. Игра должна помогать человеку развиваться, найти себя, воспитывать и в рамках общечеловеческих ценностей» [1]. Исторические симуляторы – это вид компьютерных игр, основанных на исторических явлениях. Они позволяют

«погрузиться в эпоху»: «прожить жизнь» ее знаменитых представителей, «принять участие» в событиях.

Исторические симуляторы можно условно поделить на несколько категорий:

- *стратегические*: игрок руководит определенным народом или государством, «строит» экономику, управляет армией и занимается дипломатией; стратегии чаще коррелируют с реалиями прошлого;
- *тактические*: игрок управляет группой персонажей (отрядом) в конфликтах;
- *ролевые*: игрок персонифицирует героя исторической эпохи, выполняет задания, взаимодействует с другими персонажами и влияет на ход исторических событий;
- *аркадные*: игроку предлагается просто провести время в историческом периоде, не задумываясь о глубине и реальности сюжета.

В качестве педагогического инструмента потенциал видится у игр-стратегий. На сегодняшний день их разработано довольно много: «Civilization», «Partisans», «Блицкриг», «HoI4» и др. Игра-стратегия дает пользователю свободу действий, позволяя ему самостоятельно осуществлять: выбор страны, которой будет руководить игрок; управление политической сферой своего государства, заключение договоров и создание союзов; развитие науки и технологий, модернизацию промышленности и экономики; создание армии; разработка военных стратегий и тактик и проч.

«Strengths». Игра может заинтересовать студентов получить более полную информацию из архивных источников и научной литературы: технических новшествах исторического периода, тактиках ведения военных действий, влиянии политических и экономических факторов, партизанской борьбы на исход войны. В ходе игры пользователь имеет возможность понять причинно-следственные связи произошедших событий, осознать ответственность за свои решения, почувствовав себя на месте лиц, их принимавших.

«Weakness». Некоторые из механик не соответствуют исторической действительности (например, игрок может строить бункеры и т.д., что в реальности было бы слишком затратным). Игрок имеет возможность как придерживаться реального хода истории, так и «менять» его на альтернативный. Игра не всегда учитывает реальные временные рамки для некоторых событий и человеческий фактор (психологические нюансы поведения).

«Opportunities» предоставляют исторический симулятор как педагогический инструмент: мотивация студентов, обретение «интерактивного опыта» изучения, развитие критического мышления, оптимизация познания особенностей социальных структур и их взаимосвязей.

«Threats» использования исторического симулятора как педагогического инструмента: недостаточная историческая точность (на этапе разработки сценария игры необходим консультант, а процессу игры должно предшествовать чтение учебника истории), проблемы с адаптацией в образовательную среду (требует определённой технической оснащённости вузов).

Можно сделать вывод о том, что игровой метод нельзя ни забывать, ни абсолютизировать. Допустимо лишь его дозированное использование в рамках некоторых тем при обязательном параллельном применении «классических» педагогических инструментов. SWOT-анализ позволяет выявить «уязвимые» места существующих программных продуктов и обозначить перспективные направления для российских разработчиков компьютерных игр, допуская «творческий» подход к образовательному процессу, но не допуская фальсификации истории.

---

1. РИА Новости. - URL: https://ria.ru/20230719/videoigry-1885136236.html?ysclid=lod19kpt78290824589

УДК 304.444 + 378.11

СОЛТАНОВ Э.О., КАЗАКОВА В.И.

К ВОПРОСУ О МОДЕЛИ ВЫСШЕГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО ТУРКМЕНИСТАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Модель развития высшей технической школы является в настоящее время одним из наиболее актуальных объектов социально-гуманитарных исследований. Подготовка инженерных кадров обретает огромное значение не только в контексте внутренней политики, связанной с развитием системы образования, но и с точки зрения национальной безопасности, достойного места на международной арене. О модели высшего технического образования говорят как об «основе экономики знаний» [1], факторе формирования нового технологического уклада и развития креативного потенциала страны [2]. Для современного Туркменистана данная концепция важна также как составляющая выбора *национального* пути государственного развития.

Находясь в составе СССР, Туркмения располагала системой высшего образования, обеспечивавшей массовую грамотность и возможность на конкурсной основе продолжить обучение в вузе, причем к концу 1980-х гг. конкурс был одним из самых высоких среди союзных республик. Можно обозначить ряд уникальных традиций туркменского технического образования, которые представляются значимыми с точки зрения возможной интеграции в современные российские практики, например, включение в учебный план обязательной работы на промышленных предприятиях сроком не менее 1,5 лет, что придавало диплому выпускника Туркменского политехнического института высокий статус. Став независимым государством, в отличие от большинства постсоветских стран, Туркменистан 1990-х гг. не пошел по пути децентрализации высшего образования, напротив, роль государства в данной сфере усилилась. Модель развития туркменской высшей технической школы на данном этапе, при всех отличиях социокультурного и цивилизационного плана, обладает рядом сходных черт с французской моделью *Ecole Polytechnique,* характеризующейся значительной степенью централизации и регламентации [3], а также сочетанием сохранившейся с советских времен высокой практической ориентированности с ярко выраженной культурологической составляющей, вниманием к этическим и эстетическим аспектам.

Доминирование роли государства в управлении системой высшего образования Туркмении подчас рассматривается как фактор неконкурентоспособности и дефицита ресурсов [4]. Данная точка зрения едва ли может рассматриваться как обоснованная, если принимать во внимание социокультурные реалии. Несомненная консервативность образовательной политики современного Туркменистана отнюдь не исключает прогрессивного развития, она ориентирована на планомерность и поступательность, соразмерную культурным традициям народа. Принимая во внимание во многом негативный опыт Болонского процесса на постсоветском пространстве, можно однозначно утверждать несостоятельность интенсивного внедрения западных образовательных стандартов без учета культурной самобытности страны. Период 1993-2006 гг. был для Туркмении необходимым этапом деидеологизации, опытом переосмысления духовных основ и становления национального самосознания, подготовившим основу для долгосрочной стратегии поступательного, нефорсированного развития образовательной системы, ориентированной не только на интеграцию в мировое пространство, но и на высокий статус туркменского высшего образования на международной арене.

Библиографический список

1. Шитов, С.Б. Современная модель высшего технического образования как основа экономики знаний // Вестник МГТУ «СТАНКИН». 2018. № 2 (45). С. 108-111.
2. Тимофеева, Т.В. Актуальные образовательные модели в современном высшем техническом образовании / Т.В. Тимофеева, П.Г. Тимофеев // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Педагогика. 2018. № 3. С. 75-90.
3. Топоркова, О.В. Французская модель Политехнической школы Ecole Polytechnique: история возникновения и развития в XVIII-XIX вв. // Балтийский гуманитарный журнал. 2018.
4. Погорельцева, А.М. Эволюция системы высшего образования в Туркменистане на фоне современных образовательных трендов // Высшее образование в России. 2021. Т. 30. № 5. С. 150-160.

УДК 674 (09)

СУДАРИКОВ А.С., ФОЩИЙ О.С.

ТРУДОВАЯ ДИСЦИПЛИНА: ТРАДИЦИИ И ПЕРСПЕКТИВА

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье, МБОУ СШ № 8 г. Заволжье

Трудовая дисциплина является неотъемлемой частью развития любой страны и, конечно, её промышленности. Это аксиома, которая, с начала 90-х годов XX века отрицалась, а в настоящее время – умалчивается.

Промышленность Нижнего Новгорода в разные периоды её создания и развития претерпела многочисленные изменения формы трудовой дисциплины. До революции основной формой давления на рабочих был страх безработицы и связанный с ней голод. Всё, что мы знаем об экономике дореволюционного Нижнего Новгорода – это Ярмарка. А там, где царит дух торговли, там жизнь проходит в рамках поговорки: «Я – богат, ты – бедняк; я – начальник, ты – дурак. Поэтому рабочие сами искали себе защиту от капиталистов. Они создавали профсоюзы, стачечные комитеты и прочие организации защиты рабочих. Подобная практика противостояния закончилась Великой Октябрьской социалистической революцией 1917 года. Пришедшие к власти большевики сразу увидели трудовой потенциал Нижегородской области и устремились к введению новых трудовых отношений.

Нам, современной молодёжи, трудно судить об общественном устройстве СССР, о плюсах и минусах исчезнувшего государства. Но факты говорят о том, что именно после 1917 года город Горький (ныне Нижний Новгород) стал промышленным центром судостроения, автомобилестроения, авиастроения, станкостроения, радио и теле строения и т.д. В г. Горьком открылись многочисленные научно-исследовательские институты, внёсшие огромный вклад в советскую науку. Именно с г. Горьким и его политехническим институтом связаны имена Африкантова, Алексеева, Новикова и др. Примечательно, что в г. Горьком была заложена атомная промышленность и начато строительство атомной электростанции, которая так и не была запущена из-за катаклизмов 90-х годов XX века.

Благодаря чему стал возможен такой подъём промышленности? Наверное, благодаря сознательной и добровольной дисциплине трудящихся. Это тоже аксиома, которая была отброшена в 90-е годы XX века. Основной удар был нанесён по трудовой, основанной на доверии к руководителям, дисциплине. У рабочих отобрали веру в руководителей производства, поменяв само название «руководитель», «директор» на «эффективный менеджер» и даже «президент компании», а трудовую дисциплину стали повсеместно замещать пустыми словами о мотивации, монетизации, инвестициях и т.п. Но какое отношение всё это нагромождение слов имело к трудовой дисциплине? Никакого.

Рабочий и крестьянин по природе своей не хапуги, и не они развалили промышленность СССР. Рабочему легче трудиться, когда он соревнуется, а не конкурирует, когда он

планово и постоянно повышает свою квалификацию, а не «бьётся» за деньги и навязываемый ему миф о личном успехе.

Подчинённый рабочий, как и любой человек труда, должен видеть и понимать трудовой путь своего начальника. Это даёт возможность на кого-то ровняться: первое рабочее место, первое ощущение силы коллектива, первая оценка способностей, первое понимание цены рабочего времени и т.д. Между начальником и подчинённым не должна образовываться «дистанция огромного размера». Только в этом случае россиянин верит в трудовую дисциплину. Только в этом случае, благодаря сознательной трудовой дисциплине, можно осваивать космос, арктические просторы, развивать автопром, судостроение, авиастроение и т.д. По-другому не получается.

Если токарь, слесарь, плотник вынужден подчиняться ничего не умеющему делать начальнику в ореоле крутого эффективного менеджера, то о какой трудовой дисциплине можно говорить? Какое развитие собственной промышленности можно прогнозировать?

Воспитание дисциплины труда – это такой же многомерный процесс, как и создание производства с нуля. Если утрачена история производства станков, самолётов, автомобилей, судов, то завод можно закрывать.

В настоящее время наше государство развивает патриотизм молодёжи, но было бы замечательно развивать и понимание трудовой дисциплины для строительства новой жизни. Это аксиома, без которой никуда не двинуться.

УДК 629.113

ТЕРЁШКИН М.А., ШИТОВ А.В.

ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В СИСТЕМЕ ПОДГОТОВКИ КАДРОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье
МБОУ СШ № 19 г. Заволжье

Есть знания ценные – компетенции и бесценные – понимание того, зачем компетенции нужны, есть знания полезные – компетенции для себя и бесполезные – устремлённость их применения во благо общества.

Я занимаюсь в кружке авто моделирования 5 лет и именно занятия в этом кружке определяют мою текущую и, надеюсь, будут определять будущую жизнь. В Нижегородской области замечательные традиции автомобилестроения и дополнительного образования, связанного с ним. Но в СМИ нет упоминаний о ведущих инженерах, конструкторах, учёных начавших свой путь с посещения кружка в доме технического творчества. А ведь большинство больших авиа-, судо-, автоконструкторов начинали свой путь в школе, в системе дополнительного образования.



Рис. 1. ГАЗ - 66



Рис. 2. ГАЗ - 676



Рис. 4. ГАЗ – 3937 «Водник» с моделью ГАЗ - 66

Есть замечательные слова авиаконструктора А.С. Яковлева о том, что производство начинается с модели, а создавать модели, думать над тем, как её лучше сделать, начинают на станциях юных техников. Именно кружки станций юных техников дают навыки в постройке моделей и их эксплуатации. При создании моделей мы впервые знакомимся с их классификацией, отличиями создаваемых моделей друг от друга.

Я занимаюсь автомоделированием, и под руководством инженера-конструктора А. В. Шитова участвую в создании модельного ряда автомобилей ГАЗ. Обращаясь к традициям ГАЗа, мы делаем модели грузовых и легковых автомобилей с начала основания завода в 1932 году и по настоящее время. Занимаясь этой работой, мы думаем и о создании автомобиля будущего на новой платформе.

Именно понимание профессии, собственный профессионализм дают уважение коллектива.

Из воспоминаний конструкторов ГАЗа о жизни главного конструктора Липгарта Андрея Александровича: «Он не имел своего рабочего кабинета, и к нему можно было прийти в любое время, рабочее и нерабочее. А.А. Липгарт и его заместитель А.М. Кригер уходили с работы последними в 10-11 часов вечера. Он всегда терпеливо и внимательно выслушивал посетителей. Многословием не отличался. Всех сотрудников знал в лицо, многих по имени-отчеству. Часто у его рабочего стола сталкивалось несколько человек». Эти слова – основа любого отлаженного производства.

Именно под руководством Липгарта был разработан первый отечественный легковой автомобиль ГАЗ М-1, послевоенные автомобили ГАЗ М-20 «Победа», ГАЗ-12 «ЗИМ» и другие модели. Горьковский автомобильный завод уже не выпускает легковые автомобили. Проект был закрыт лет тридцать тому-назад, но, мы, юные техники, на изготовлении моделей прежних автомобилей пытаемся предвидеть будущее российского автопрома!

Я думаю, что инженерам и конструкторам уже создавшим электромобили и развивающим эту отрасль производства, труднее заглянуть в будущее, чем юношам 14-18 лет, занимающимся в профильных кружках. Куда двинется автопром дальше: бензиновый двигатель, дизельный двигатель, электродвигатель?

Дополнительное образование даёт нам не только навыки черчения, работы с инструментами, но и мечту. Я считаю, что идея, реализации которой не жалко посвятить всю свою жизнь, рождается в юности, в кругу единомышленников.

УДК 94(47)

ТИМОФЕЕВ С.А.

ЧТОБЫ СУДА ПО ВОДЕ ТЯНУЛИ НЕ ЛЮДИ, А МЕХАНИЗМ…

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Имя Павла Ивановича Осокина известно сегодня только краеведам и узкому кругу специалистов, а между тем он автор нескольких изобретений. Павел Иванович Осокин родился 6 декабря 1840 г. в деревне Хабарская Горбатовского района Нижегородской губернии. Еще совсем молодым человеком записался в бурлацкую бригаду. Этот изнурительный труд и послужил толчком для его инженерных размышлений. Ему не давала покоя мысль – как сделать так, чтобы суда по воде тянули не люди, а механизм.

За свою жизнь он успел поработать и бурлаком, и приказчиком на рыбном промысле в Астрахани. Вернувшись в родные места, продолжал размышлять над своими идеями, рисует, чертит схемы [1]. В 43 года его идея приобретает четкие очертания, он создает макет, который решает предложить для обсуждения научному сообществу. В 1883 г. на заседании Нижегородского отделения Императорского русского технического общества Павел Осокин

выступил с сообщением о своем изобретении [2]. Голоса разделились, кто-то отнесся скептически. А вот известный волжский механик Василий Иванович Калашников поддержал Осокина и советами, и личными средствами, чтобы тот создал двигатель в натуральную величину из металла.

Павел Иванович берется за работу. Цилиндры поршни, шатуны заказывает заводу Доброва и Набгольца. Но денег на все не хватало, меценаты не спешили помогать и изготовление двигателя застопорилось. Зато, видимо, эта идея приглянулась за пределами родной страны. В 1888 г. восьмой номер журнала «Нижегородний вестник пароходства и промышленности» (изд. с 1882 г.) сообщил, что «... некто Кербер изобрел недавно небольшой, по цене весьма доступный двигатель... Подробного описания этой машины мы пока не имеем, а тот рисунок ее, который нам удалось видеть, до такой степени не ясен, что составить себе понятие об ее конструкции решительно невозможно. Судя по этому рисунку, можно заключить только одно, что двигатель Кербера имеет... большое сходство с изобретенной еще лет пять назад и давно же строящейся в Нижнем Новгороде... машиной крестьянина Нижегородской губернии, Горбатовского уезда Павла Ивановича Осокина ...»

На этом конструкторская мысль Павла Ивановича не успокоилась. Пять лет спустя он сконструировал морской спасательный пояс, испытания проводил лично. И хоть стоимость его была небольшой, производство налажено не было. 23 сентября 1898 г. Осокин получил привилегию на изобретение ручной жатвенной машины, а еще успел создать проект нового образца подводной мины [2]. Проекты были представлены в военном министерстве, но не реализованы из-за бюрократических проволочек.

Библиографический список

1. Ухин, В.А. Люди творческой мысли: механики и конструкторы, изобретатели, географы и путешественники, авиаторы, химики, фотографы / В. А. Ухин. – Горький: Горьк. кн. изд-во, 1956. – 210 с.
2. Нижегородская энциклопедия промышленности и предпринимательства / [авт. идеи, сост. и науч. ред. Ф. А. Селезнев]. – Нижний Новгород: Книги, 2011. – 605, [1] с.

УДК 94(47)

ХОМЯКОВА А.Р.

О НИЖЕГОРОДСКОМ ИНЖЕНЕРЕ ВЛАДИМИРЕ ИВАНОВИЧЕ ЩЕРБАКОВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Владимир Иванович Щербаков – нижегородский инженер, почетный машиностроитель, награжденный медалями ордена «За заслуги перед Отечеством» I и II степени, имеет множество благодарственных писем и грамот областного и федерального уровня. Выпускник Горьковского политехнического института им. А.А. Жданова в 1973 г. Прошел путь от инженера-конструктора до заместителя генерального директора по производству на оборонном предприятии.

«И мои сокурсники работали во многих предприятиях и институтах, и делали то, что и по ныне является выдающимися образцами техники, которой нет у наших недругов (но обо всем говорить нельзя)».

Если заглянуть в простое определение — что же собой представляет профессия инженера, то это специалист, занимающийся разработкой, проектированием, конструированием, изготовлением, эксплуатацией и обслуживанием различных технических устройств, машин, оборудования, систем и сооружений. И для этого инженеры используют свои знания в обла-

сти фундаментальных и прикладных наук для решения практических задач и создания новых технологий.

При этом, как показывает опыт трудовой деятельности, необязательно официально профессия содержит должность «инженер». К примеру, в определенное время Владимиру Ивановичу довелось работать регулировщиком радиоэлектронной аппаратуры на заводе. Практически все регулировщики имели высшее, и, как правило специальное образование в части радио или электротехники. Еще бы! Ведь это была настройка аппаратуры и изделий в целом систем ПВО С-300. Очень сложные изделия, освоить которые без специальных базовых знаний весьма проблематично. Этим занимались наравне и инженеры, и регулировщики.

Вспоминая свою инженерную деятельность, не может скрыть радости от того удовольствия, которое испытал в работе. Если вспомнить начало – инженер конструктор электрооборудования для кораблей и судов, – на той же подводной лодке «Акула», ныне уже снятой с вооружения, группа силовых электрошкафов была разработкой Владимира Ивановича. Часть воюющей в настоящее время на СВО техники ПВО делалась именно с его участием (жаль, что некоторая часть использовалась и против нас, доставшись по наследству от советских времен). Довелось непосредственно заниматься созданием нового, от нуля, цеха для изготовления сложной техники. А это и участие в разработке планировок, заказе оборудования, пуске его в эксплуатацию.

Такие вещи делаются коллективом специалистов, единомышленников, понимающих, чего хотят добиться. И когда все смонтировано, опробовано, определена технология работ, и подобранный персонал успешно осваивает плоды коллективного труда, где и твоя доля, это приносит настоящую радость достижения поставленных целей и удовольствия от работы.

«Сама по себе инженерная деятельность – интереснейшая вещь для тех, кто любит технику и кому это интересно».

УДК 674 (09)

ЮТКИН И.А., ЗАЙЦЕВ А.Г.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ НИЖНИЙ: ПЕРСПЕКТИВЫ

МБОУ ДО «ЦВР «Ровесник» г. Заволжье

Какова бы ни была деятельность, но привычка и приобретаемое через неё умение действовать – великое дело. Кто не сидел сложа руки и тогда, как нечего было делать, тот сумеет действовать, когда настанет для этого время.
В.Г. Белинский

Весь опыт конца XX и вплоть до нашего времени, первой четверти XXI века, показывает, что «перестройка» большой страны, особенно вызванная внешними силами, может вести к переустройству всего мира.

Россия оказалась классическим примером страны, отказавшейся от перспективных возможностей создания и развития собственной промышленности (годы СССР) и возвращению к самодержавным традициям, при которых предпочтение отдавалось размещению иностранных производств на российской территории. Конечно, может возникнуть вопрос: «А какая разница?» Однако разница есть.

Нижегородская область в период с 90-х годов фактически утратила передовые позиции в производстве судов, автомобилей, самолётов, станков и т.д. Почему это произошло? Бездумное, а может быть, преступное устремление в глобальную экономику, всегда подрывает промышленность страны, ориентированной на внутренний рынок. А внутренний рынок для промышленного капитала – главный стимул для развития.

Высшие руководители глобального мира всегда отдают предпочтение партнёрам по финансовым условиям, нежели партнёрским взаимоотношениям, ведущим к улучшению управления производством. Руководителям глобальной экономики нужны ресурсы, так называемых, третьих стран, а не обучение новых партнёров новым технологиям. Поэтому они, расхваливая выгоды глобальной экономики, совсем не стремятся к созданию выгод в этих странах.

Россия в целом и Нижний Новгород в частности сильно пострадали от такого доверчивого подхода к предложению «войти» в семью глобальной экономики. Примечательно, что это разрушительное «вхождение» началось по всем «фронтам»: управленческий аппарат, образование, здравоохранение, социальные реформы и т.п. Народ России очень быстро почувствовал возвращение социальных отношений радищевских, салтыковских времён от «Путешествия из Петербурга в Москву» до «Пошехонской старины»». Это стало огромной проблемой. Как её решать, вопрос открытый.

Весь мир по-прежнему живёт по старым общественным лекалам – стремлением к прямому поглощению чужого ресурса. Но у каждого государства, региона, города есть свои политические, культурные, организационные и социальные аспекты партнёрских союзов. Пренебрежение ими ведёт к разрушению уже созданных основ, которые могут оказаться лучше предлагаемых. Поэтому, говоря о промышленности, надо быть острожными в выборе партнёров.

В наше время, с развитием сетевых структур, Интернет-торговли можно быть мгновенно поглощённым головной структурой, организовавшей эту сеть. К сожалению, нас пока не учат пониманию того, что и как происходит именно в современной экономике. Промышленность сегодня – это ноги, руки, зубы какой-то другой системной организации. Какой? Раньше такой живой системой было государство. А кто сегодня?

Поражает скорость, с которой могут быть разрушены сложные производственные системы. Например, история Горьковского Авиационного завода им. С. Орджоникидзе, а ныне открытого акционерного общества «Нижегородского авиастроительного завода «Сокол», была историей создания истребительной авиации нашей Родины. В августе 1932 года на заводе был построен первый самолёт. В 1932 - первой половине 1934 года был произведён 661 самолёт И-5, ещё 20 истребителей были сделаны в учебном (двухместном) варианте. К 1994 году производство самолётов было свёрнуто. В начале 2008 года было объявлено о текущей деятельности и планах организации по завершении подготовки к серийному выпуску самолётов Як-130 в конце 2008 года по заказу Минобороны России и освоению производства нового истребителя МиГ-35, разработки РСК МиГ. По заявлению представителя ОАК Алексея Фёдорова, Нижегородский авиазавод «Сокол» станет базовой площадкой для производства МиГ-35. Производство должно было начаться на рубеже 2009-2010 годов. На пороге 2024 год! Со дня объявления прошло 16 лет. О чём это говорит? О потере истории производства, о выборе не тех партнёров и т.д.



Рис. 1. Юные авиамоделисты г. Заволжье

Я хожу в авиамодельный кружок и с интересом наблюдаю за развитием авиации. Сегодня, чтобы не отстать, надо много трудиться.

Говоря о перспективах, в том числе и нашей нижегородской промышленности, надо начать проговаривать именно эти аспекты жизнедеятельности всего региона: с кем? почему? зачем? как? В противном случае, всё, что будет производиться в нашем регионе, будет не наше, не для нашего рынка и не для нашей Родины.

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсекция 1.1

Радиоэлектронные системы и устройства

УДК 621.396.67.012.12

АРТЕМЬЕВ И.Д., БАЛАШОВА Д.М., ИЛЛАРИОНОВ И.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И РАСЧЕТ ТРАКТА ФОРМИРОВАНИЯ НАПРАВЛЕННОГО ЛУЧА ДИАГРАММЫ НАПРАВЛЕННОСТИ ФАЗИРОВАННОЙ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время фазированные антенные решетки (ФАР) активно применяются в радиосвязи, радиолокации, радионавигации, радиоастрономии и других направлениях. ФАР могут использоваться как для наземных, так и для корабельных, авиационных и даже космических комплексов. Разработка, производство и эксплуатация все более сложных антенных систем требуют оперативного проведения соответствующих измерений их параметров, причем удельный вес данных измерений становится все более существенным. Существует большое количество реализаций ФАР, их формы, размеры и конструкции определяются как типом используемых излучателей, так и характером их расположения. Сектор сканирования ФАР определяется диаграммой направленности (ДН) её отдельно взятых излучателей. В зависимости от требуемой ДН, применяют также различное взаимное расположение её элементов, а также различные тракты для её формирования.

В функционировании радиосистем весьма особое значение имеют тракты СВЧ, соединяющие антенну с передающей и приемной радиоаппаратурой. Тракт может осуществлять канализацию электромагнитных волн, может содержать коммутационные цепи и устройства управления лучом в пространстве, одним из которых является фазовращатель.

Посредством фазовращателей изменяется фазовое распределение тока в излучателях решетки, тем самым меняется направление основного лепестка ДН при неподвижной решетке [1]. При разработке практических конструкций фазовращателей часто используются принципы и технологии микроэлектроники, что дает возможность вместо волноводных и коаксиальных линий передачи использовать микрополосковые тракты на подложках с высокой диэлектрической проницаемостью. Только применение этих принципов позволило разработать СВЧ фазовращатели и переключатели с малыми габаритами и массой, высокой долговечностью и надежностью [2].

Целью работы является разработка фазированной антенной решетки для частотного диапазона 4-6 ГГц с трактом формирования диаграммы направленности, позволяющим электронным способом управлять направлением основного лепестка диаграммы направленности. В работе предложен принцип работы тракта формирования луча диаграммы направленности

при помощи антенной решетки, фазовращателя на два частотных диапазона 4-5 ГГц и 5-6 ГГц и схемы управления сдвигом фазы. Были произведены теоретические расчеты, математическое моделирование и измерения экспериментальных прототипов. Математическое моделирование антенных систем производилось в среде CST Studio. Расчет производился в среде Microwave Office, обработка результатов измерения диаграммы направленности производились в Matlab Simulink.

Библиографический список

1. Воскресенский, Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны; под редакцией Воскресенского Д.И. -М.: Радиотехника, 2006. -375 с.
2. Хижа Г.С., Вендик И.Б., Серебрякова Е.А. СВЧ фазовращатели и переключатели: особенности создания на p-i-n диодах в интегральном исполнении. - М.: Радио и связь. 1984. -184с.

УДК 504.064

КАЛЯКИНА А.А., ГУСЬКОВА Ю.А.

РЕАЛИЗАЦИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ МОНИТОРИНГОВЫХ СИСТЕМ В ГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Экологическая мониторинговая система в городе – это проект, направленный на отслеживание и контроль состояния окружающей среды, а также обеспечение бесперебойного сбора и анализа данных о загрязнении воздуха, воды, почвы и других компонентов окружающей среды [1].

В современном мире экологические проблемы становятся все более актуальными и требуют немедленного решения. Город Арзамас не является исключением, так как имеются промышленные предприятия, фабрики и заводы. В последние годы наблюдается ухудшение качества окружающей среды из-за различных факторов, таких как загрязнение воздуха, воды и почвы, вырубка лесов и нестабильная экологическая обстановка, вызванная климатическими изменениями.

Для реализации такой системы можно использовать различные виды мониторинговых устройств, такие как датчики качества воздуха, контроллеры загрязнения воды, геолокационные системы для отслеживания перемещения загрязняющих веществ и другие средства [2]. Основными функциями мониторинга являются: наблюдения, оценка, прогноз и разработка рекомендаций.

Данный проект предлагает установить мониторинговые системы в разных частях города, а также в городском водопроводе. Все они будут подключены по сети к серверу, где будет храниться и в дальнейшем обрабатываться информация о состоянии воздуха, воды, почвы и зашумленности пространства. Уже после этого данные отправляются на сайт, на котором каждый гражданин может наглядным образом убедиться в экологической обстановке города. Также, если показатели не удовлетворяют критериям, введенными «Росприроднадзором», то данная информация может рассматриваться как повод для введения мер по ликвидации несоответствий государственным стандартам [3].

Данные системы могут быть использованы для обеспечения раннего предупреждения об экологических кризисах, авариях или чрезвычайных ситуациях, что позволит городским властям и службам быстро и эффективно реагировать на потенциальные угрозы для окружающей среды и общества в целом.

Таким образом, установка экологических мониторинговых систем в городе является важным шагом для обеспечения безопасной и здоровой окружающей среды, для его жителей и туристов. Они помогают контролировать уровень загрязнения и принимать своевременные меры по улучшению экологической обстановки.

Библиографический список

1. Ясовеев, М.Г. Экологический мониторинг и экологическая экспертиза: Учебное пособие / М.Г. Ясовеев, Э.В. Какарека, Н.С. Шевцова. - М.: Инфра-М, 2015. - 166 с.
2. Вартанов, А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг / А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. - Вологда: Инфра-Инженерия, 2010. - 640 с.
3. Муравьев А.Г. Оценка экологического состояния природно-антропогенного комплекса: Учебно-методическое пособие. СПб.: Крисмас+, 1997.

УДК 621.3, 536.2

КОРНИЕНКО А.А., ЛУКОЯНОВ В.И., САТАЕВ А.А.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ГОФРИРОВАННОГО РАДИАТОРА В СИСТЕМЕ ОХЛАЖДЕНИЯ РЭА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важнейших задач при проектировании радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) является обеспечение оптимального уровня теплового режима и поддержания рабочих температур компонентов, их составляющих. В настоящее время в связи с постоянным повышением мощностей, уменьшением габаритов и расширением области применения РЭА требуются все более совершенные устройства отвода тепла, имеющие либо мощную систему активного охлаждения, либо пассивную с усложненной геометрией, либо и вовсе их совокупность с учетом экономичности изготовления. Примером тому может служить гофрированный радиатор.

Гофрированный радиатор имеет волнообразную форму ребер, что является его преимуществом перед классическим радиатором, имеющим прямоугольную форму. Гофрированные ребра имеют большую поверхность теплообмена с окружающей средой при одних и тех же размерах радиатора, что помогает сохранить компактность устройства, там, где это наиболее важно, а также отказаться от применения дорогостоящих материалов, таких как медь.

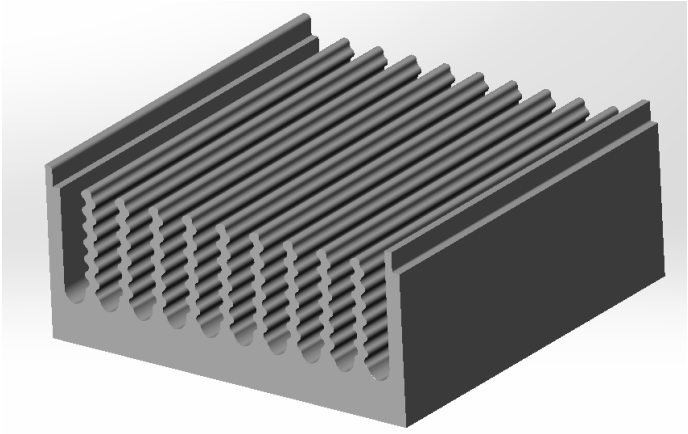


Рис. 1. Гофрированный радиатор

Целью данной работы является проведение исследования гофрированного радиатора путем теплового моделирования при помощи САПР Solidworks Flow Simulation, оценка полученных характеристик, а также вывод о наиболее оптимальной форме оребрения как с точки зрения теплоотдачи, так и создаваемого им сопротивления потоку.

Библиографический список

1. Дульнев Р.Н. Тепло- и массообмен в радиоэлектронной аппаратуре. – М.: Высш. шк., 1984. – 247 с.
2. Роткоп Л.Л., Спокойный Ю.Е. Обеспечение тепловых режимов при конструировании радиоэлектронной аппаратуры. – М.: Советское радио, 1976. – 232 с.
3. Гапоненко Н.П., Огренич Е.В. Проектирование гофрированных теплоотводов. – Радиоэлектроника и телекоммуникации, 2007.

УДК 621.396.41

КОТКОВ С.В., КУЗИН А.А., ПЛУЖНИКОВ А.Д.

ДЕТЕКТИРОВАНИЕ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ ЗАДОВА-ЧУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стандарт мобильной связи LTE (Long Term Evolution) в настоящее время является наиболее распространенным. К преимуществам этого стандарта можно отнести:

- высокую скорость передачи данных;
- слабую чувствительность к многолучевому распространению электромагнитных волн вследствие использования достаточно продолжительных по времени символов.

Стандарт LTE относится к сетям all-IP, у которых все интерфейсы (за исключением радиоинтерфейса) реализованы с использованием протокола IP [1]. Этот стандарт активно развивается при использовании новых технологий передачи данных, в частности, OFDM и MIMO.

Для того, чтобы начать обмен данными, устройству пользователя необходимо выполнить запрос на доступ к сети. Согласно стандарту LTE, для реализации такого запроса устройство пользователя отправляет по восходящему физическому каналу случайного доступа преамбулу, которая представляет собой последовательность Задова-Чу [2]. Использование такой последовательности обусловлено хорошими автокорреляционными свойствами, влияющими на качество детектирования преамбулы. Базовая станция принимает преамбулу, регистрирует устройство в сети и выделяет ресурсы для обмена данными с этим устройством. От качества детектирования преамбул зависит, насколько быстро абонент (пользователь) получит доступ к сети.

Среди факторов, влияющих на детектирование, можно отметить:

- количество устройств (пользователей), одновременно выполнивших запрос на доступ к сети (обнаружение преамбул в каждом принятом сигнале затрудняется по мере увеличения этого количества);
- эффект Доплера, вызывающий смещение несущих частот сигналов при движении пользователей сети.

Сравнительный анализ алгоритмов детектирования для последовательностей Задова-Чу выполнен посредством математического моделирования. На основе результатов моделирования выбран алгоритм, обеспечивающий высокое качество обнаружения преамбулы и приемлемую сложность реализации. Выбранный алгоритм реализован на базе ПЛИС фирмы Xilinx (AMD) в среде Xilinx Vivado. Спроектированная реализация верифицирована средствами указанной среды и математическим моделированием. Кроме того, средствами Xilinx

Vivado выполнено исследование качественных показателей выбранного и реализованного алгоритма, а также влияния упомянутых ранее факторов.

Библиографический список

1. Рыжков, А.Е. Системы и сети радиодоступа 4G: LTE, WiMAX / А.Е. Рыжков, М.А Сиверс, В.О. Воробьев, А.С. Гусаров, А.С. Слышков, Р.В. Шуньков. – СПб: Линк, 2012 – 226 с.
2. 3GPP TS 38.211 V1620; Physical channels and modulation.

УДК 621.396.41

Кочнев А. А.

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ОТЛАДОЧНОЙ ПЛАТЫ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА 1882ВМ1Т

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В современных электронных системах требуется большой объем математической обработки различных цифровых сигналов. С этой задачей должно справляться мощное вычислительное ядро в виде, например, микроконтроллера. Зачастую все требуемые функции берет на себя всего лишь одна микросхема и при этом замечательно с ними справляется. Таким образом, при правильном подборе вычислителя и реализации в нем алгоритмов можно выполнить практически любую поставленную задачу.

Внедрение в серийное производство изделий на основе СБИС требует больших затрат в первую очередь человеко-часов. Разработать или просто использовать технологию формовки выводов, пайки или расчет элементов обвязки не настолько большая задача, как освоение принципиально новой архитектуры и разработка алгоритмов. Микроконтроллеры и микропроцессоры могут настолько отличаться друг от друга, что даже языки программирования потребуются разные. Каждая отдельная фирма зачастую имеет свои эксклюзивные средства отладки, что дополнительно усложняет переход от одной микросхемы к другой.

В текущей геополитической обстановке обозначенные проблемы замещения микросхем становятся наиболее заметными. Производственным предприятиям, привыкшим использовать определенные контроллеры определенной фирмы, необходимо в ускоренном порядке изучать рынок доступных микросхем и срочнейшим образом приступать к освоению документации. В данной работе представлена самостоятельная разработка отладочного комплекта аппаратуры для микросхемы 1882ВМ1Т.

Основной задачей отладки микроконтроллера 188ВМ1Т является изучение работоспособности и особенностей его внутренних интерфейсных модулей.

1. Стандарт логического сигнала RS-232 был введен в действие организацией **EIA** (США) в 1969 г. и назывался **RS-232-C** (Recommended Standard). Имеет специфический уровень сигнала ±12 В, требует применения специализированной элементной базы, например, драйвер MAX232.

2. Стандарт RS-485 – это продвинутая версия стандарта RS-232. Поддерживается многоточечная схема включения, работает в режиме полудуплекс, используя 2 провода, или полный дуплекс, используя 4 провода. Так же требует применения специализированного драйвера, напримерAD1485.

3. Стандарт SPI (Serial Peripherial Interface) – один из самых распространенных стандартов для цифрового управления различными цифро-аналоговыми устройствами, например ЦАП и АЦП, потенциометры, звуковые процессоры и многое другое. В канале имеются 4

сигнала: от ведущего к ведомому, от ведомого к ведущему, синхросигнал и выбор чипа. Не требует специфических значений напряжения и силы тока, может быть сконфигурирован логическими портами ввода-вывода.

4. Интерфейс ГОСТ Р 52070-2003 или стандарт последовательной шины MIL-STD-1553 (ещё одно название МКПД – мультиплексный канал передачи данных) является едва ли не первым в мире стандартом для протокола локальной сети. Участвующие в обмене устройства могут быть следующих ролей: контроллер канала, монитор, оконечное устройство. Требует гальванической развязки и терминирующих резисторов на концах канала. Специализированный драйвер – EL-15N.

5. Интерфейс ARINC-429 широко распространен в авиационной промышленности, до 75% всех бортовых устройств военной и гражданской авиации связаны этим интерфейсом. Российскими аналогами являются ГОСТ18977-79 и РТМ 1495-75. В текущих реалиях требует отдельного передатчика 1485ХК4Т и приемника 1485ХК3У.

УДК 47.41.37

КУДРЯШОВ М.Г., СВЕРДЛОВ Р.В.

УНИВЕРСАЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО ШИМ-РЕГУЛИРОВКИ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯМИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт

Предлагается устройство для управления электродвигателями постоянного тока с помощью широтно-импульсной модуляции. В отличие от применяемых схем, предлагаемая схема позволяет управлять двигателем практически любой мощности. Управляющим элементом двигателя является тиристор, включаемый и выключаемый схемой в соответствии с управляющими импульсами. Тиристор соединен с двигателем по типовой схеме тиристорного ключа с искусственной коммутацией емкости, подключаемой параллельно рабочему тиристору вспомогательным тиристором [1]. Элементы тиристорного ключа являются для устройства внешними, и меняются в зависимости от используемого двигателя.

Структурная схема устройства приведена на рис. 1.

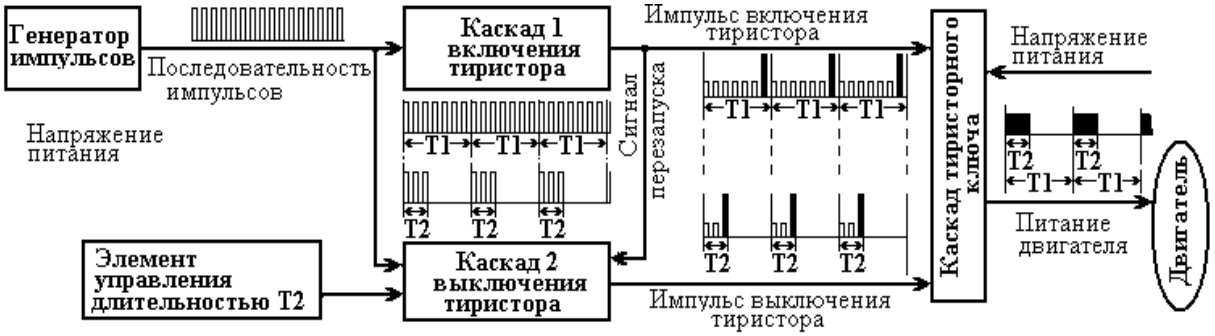


Рис.1 Структурная схема устройства ШИМ регулирования

Импульсный генератор формирует последовательность импульсов, поступающую на вход двух параллельных каскадов. Каскад 1 задает период регулировки T1. После окончания T1 схема выдает сигнал включения на тиристор. Этот же сигнал запускает каскад 2. Он отсчитывает импульсы T2 в пределах пачки T1. Их количество меняется в зависимости от

управляющего сигнала. После его окончания каскад выдает сигнал выключения тиристора. Итак, в пределах каждого периода Т1 тиристор включен на время Т2.

Для генератора импульсов выберем схему, представленную в [2]: генератор логических импульсов с частотой от 1 Гц до 10КГц.

Для реализации каскадов 1 и 2 можно применить различные схемы подсчета импульсов. Требования к ним: цикличность работы для каскада 1; осуществление внешнего пуска и сброса для каскада 2; выдача сигнала после окончания подсчета импульсов в каскадах 1 и 2 на внешние цепи; возможность регулировки количества подсчитываемых импульсов для каскада 2.

Для каскада 1 выбираем схему, представленную в [3]. Схема является аналоговым реле заданного количества импульсов. Для каскада 2 выбираем схему цифрового реле заданного количества импульсов, представленную в [3]. Все выбранные схемы построены на отечественной элементной базе.

Библиографический список

1. Способы реализации импульсных элементов (ключей) - Электронный ресурс // URL: https://studopedia.info/1-102176.html.. /(дата обращения 23.03.2024)
2. Электронный ресурс // URL: https://radiostorage.net/4668-skhema-generatora-impulsov-1hz-10khz-4011.html /(дата обращения 13.03.2024)
3. Электронный ресурс // URL:https://www.rlocman.ru/shem/schematics. html? di= 660401. /(дата обращения 11.03.2024). html?di=660401. /(дата обращения 11.03.2024).

УДК 621.396.67

ЛАЗАРЕВ С.О., МАВРЫЧЕВ Е.А.

МИНИМИЗАЦИЯ УРОВНЯ БОКОВЫХ ЛЕПЕСТКОВ АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ С ПОМОЩЬЮ ПОЛУОПРЕДЕЛЕННОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Антенные решетки с низким уровнем боковых лепестков позволяют обеспечить высокую помехозащищенность радиотехнических систем и широко применяются в системах радиолокации и радиосвязи. Проектирование антенной решетки связано с решением задачи синтеза амплитудно-фазового распределения [1]. Для практического использования представляют интерес вычислительно эффективные методы, позволяющие приблизиться к оптимальному решению по заданному критерию. Особый интерес представляют методы выпуклого программирования [2], [3], для которых известны алгоритмы полиномиальной сложности и существуют стандартные вычислительные пакеты [4] для их реализации.

В данной работе предложен метод оптимизации уровня боковых лепестков с использованием полуопределенного программирования. В качестве критерия оптимизации будем рассматривать минимум максимального бокового лепестка [1] при заданной ширине главного лепестка диаграммы направленности. Математически задача представляется в виде

$$\mathbf{min}_{\mathbf{w}}\, \mathbf{max}_{\boldsymbol{\theta}\in \boldsymbol{S}}\, \boldsymbol{f}(\boldsymbol{\theta}, \mathbf{w}), \quad \boldsymbol{s.t.} \quad \mathbf{w}^{\boldsymbol{H}}\mathbf{w} = \mathbf{1}, \tag{1}$$

где $f(\theta, \mathbf{w})$ – диаграмма направленности антенной решетки по мощности, $\mathbf{w}$ – вектор комплексных весовых коэффициентов, S – область угловой координаты θ, соответствующая боковым лепесткам. В задаче (1) используется также дополнительное условие $\mathbf{w}^H\mathbf{w} = 1$ для исключения тривиального решения $\mathbf{w} = \mathbf{0}$. Область боковых лепестков представим в виде дискретного набора отсчетов $S \in [\theta_1, \ldots, \theta_M]$. Тогда, используя дополнительную переменную τ, задачу (1) можно переформулировать в виде

$$\mathbf{min}_{\mathbf{w}}\, \boldsymbol{\tau}, \quad \boldsymbol{s.t.} \quad \mathbf{w}^{\boldsymbol{H}}\mathbf{w} = \mathbf{1}, \;\; \mathbf{w}^{\boldsymbol{H}}\mathbf{A}_{\boldsymbol{m}}\mathbf{w} \le \boldsymbol{\tau}, \;\; \boldsymbol{m} = \mathbf{1}, \ldots, \boldsymbol{M}, \tag{2}$$

где матрица $\mathbf{A}_m = \mathbf{a}(\theta_m)\mathbf{a}^H(\theta_m)$, $\mathbf{a}(\theta_m)$ – вектор амплитудно-фазового распределения.

Задача (2) имеет линейную целевую функцию и квадратичные функции условий, первое из которых является невыпуклым. Общим подходом решения таких задач является ее аппроксимация задачей полуопределенного программирования [5], являющейся выпуклой задачей, которая решается с помощью метода внутренней точки.

Рассмотрим численный пример оптимизации линейной эквидистантной антенной решетки с числом элементов равным N=10 и шагом между излучателями равным половине длинны волны. Результаты оптимизации приведены в табл. 1, в которой представлена зависимость уровня максимального бокового лепестка (УБЛ) от ширины главного лепестка Δθ по нулевому уровню.

Таблица 1. **Зависимость УБЛ от ширины главного лепестка**

Δθ, град	20	30	40	50
УБЛ, дБ	15,5	26,7	38,2	50

Библиографический список

1. Зелкин Е.Г., Соколов В.Г. Методы синтеза антенн:Фазированные антенные решетки и антенны с непрерывным раскрывом, М.: «Сов. радио», 1980, С. 294.
2. Lebret H., Boyd S. Antenna array pattern synthesis via convex optimization. IEEE Trans. Signal Process., vol. 45, no. 3, pp. 526–532, Mar. 1997.
3. Wang F., Balakrishnan V., Zhou P.Y., Chen J.J., Yang R., Frank C. Optimal array pattern synthesis using semidefinite programmingю IEEE Trans. Signal Process., vol. 51, no. 5, pp. 1172–1183, May 2003.
4. Grant M.C., Boyd S.P. The CVX Users' Guide. http://cvxr.com/cvx/.
5. Luo Z.-Q., Ma W.-K., So A. M.-C., Ye Y., Zhang S. Semidefinite relaxation of quadratic optimization problems. IEEE Signal Processing Mag., vol. 27, pp. 20–34, May 2007.

УДК 621.396.96

ДУГИН Н.А.[1,2], ПАНКОВ Е.А.[1], ФЕДОСЕНКО Ю.С.[1]

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ РАДИОЛОКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОТЕНЦИАЛЬНО ОПАСНЫХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ

[1]Волжский государственный университет водного транспорта
[2] Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В последние десятилетия на околоземных орбитах резко возросло количество вышедших из строя космических аппаратов и их фрагментов. Именно этот «космический мусор» стал представлять угрозу функционированию действующим космическим аппаратам (КА) и пилотируемым полетам, оттеснив в общей проблеме астероидно-кометной опасности естественные небесные тела [1,2]. Соответственно, актуализировалась задача разработки системы предупреждения потенциальной опасности, для разрешения которой в научных публикациях рассматриваются, в основном, два возможных подхода к построению систем предупреждения – «оптический» и классический «радиолокационный моностатический».

Оптические системы неэффективны при плохой погоде, при приближении объекта к Земле со стороны Солнца, при наличии слабо отражающих объектов («черных» тел). Тем не менее, всепогодность обеспечивается размещением телескопов по всей поверхности Земли. «Черные» тела недоступны обнаружению моностатическими радиолокационными средствами (РЛС) на близких угловых расстояниях от Солнца. Кроме этого, классические РЛС даже при высоких энергозатратах не обеспечивают значимой дальности обнаружения малоразмерных объектов. В работах [3,4] для решения задач предупреждения астероидно-кометной

опасности предложено использовать просветный эффект при бистатической радиолокации с использованием монохроматических и широкополосных зондирующих сигналов. В данной работе рассматриваются два возможных варианта реализации бистатической радиолокации с использованием просветного эффекта. В первом варианте в качестве источников зондирующих сигналов предлагается использовать естественные радиоисточники (Солнце, сверхновая Кассиопея А, и др.), а прием сигналов осуществлять крупными радиотелескопами, методом апертурного синтеза. В случае использования Солнца обнаруживаются объекты на небольшом от него расстоянии. Во втором варианте в качестве передатчиков рассмотрено применение наземных РЛС, а для размещения приемных систем используются удаленные КА. Эксперименты с применением зондирующих сигналов передатчиков КА, проводившиеся на комплексе радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами радиофизического института ННГУ им. Н.И. Лобачевского, подтвердили перспективность разработки подобных РЛС.

Библиографический список

1. Науч.-практ. конф. "Результаты обоснования проектного облика системы информационно-аналитического обеспечения безопасности космической деятельности в околоземном космическом пространстве "Млечный путь". https://istina.ips.ac.ru/conferences/633886833/
2. Шустов, Б.М. Астероидно-кометная опасность: вчера, сегодня, завтра / Б.М. Шустов, Л.В. Рыхлова/ – М.: Физматлит. –2013. –384 с.
3. Бляхман, А.Б. Бистатическая эффективная площадь рассеяния и обнаружение объектов при радиолокации «на просвет» / А.Б Бляхман., И.А. Рунова // Радиотехника и электроника. – 2001, –Т. 46, №4 –С. 424-432.
4. Дугин Н.А. Возможности бистатических радиолокационных систем в решении задачи обнаружения потенциально опасных небесных тел / Н.А. Дугин, М.Б. Нечаева, В.В. Безруков // Известия ВУЗов «Радиофизика». – 2021, – Т. 64, №12. – С. 994-1003.

УДК 621.396

КУЗНЕЦОВ С.Е., ПЛУЖНИКОВ А.Д., РУФИН Е.И.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В МИЛЛИМЕТРОВОМ РАДАРЕ КОНТРОЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПЕРЕЕЗДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивность движения по российским железным дорогам и их загруженность постоянно возрастают. При этом существенно растет опасность дорожно-транспортных происшествий, в частности, на железнодорожных переездах. Для решения данной проблемы требуется повышение оснащенности железнодорожного хозяйства техническими средствами контроля и автоматизации. Одним из современных направлений в этом смысле является оснащение железных дорог радиолокационной техникой. При этом для повышения безопасности функционирования железнодорожных переездов возможно и использование отдельных (изолированных друг от друга) радиолокационных станций (РЛС), и объединение разнесенных РЛС в распределённую радарную сеть.

При указанном применении радиолокационной техники требования ее надежности весьма велики, так как отказы способны привести к непоправимым и неприемлемым последствиям. Упомянутые отказы могут быть обусловлены как аппаратными сбоями, так и дефектами программного обеспечения. В связи с этим актуальным является исследование вопросов реализации функционального контроля радаров и радарных сетей при обслуживании железнодорожных переездов – контроля функционирования аппаратных и программных

средств извлечения и обработки радиолокационной информации. При этом требуется контролировать как отсутствие нарушений работоспособности, ток и параметры функционирования.

Первоочередной задачей разработки аппаратно-программных средств функционального контроля является выбор способа имитации полезного сигнала, принимаемого локатором. При этом целесообразно рассмотреть следующие два варианта имитации.

1. Использование пассивного отражателя (например, уголкового), который должен рассеивать излучение контролируемого радара.
2. Использование сигнала, излучаемого одним из радаров сети.

Недостатком первого варианта является принципиальная невозможность имитации сигнала от движущегося объекта. Второй вариант позволяет имитировать сигнал от движущегося объекта посредством управления частотой излучения соответствующего радара. Правда для реализации такого управления и синхронизации радаров потребуются существенные аппаратно-программные затраты.

Дополнительным преимуществом второго варианта является более слабая зависимость качественных показателей аппаратно-программных средств функционального контроля от погодных условий, что обусловлено значительно большей интенсивностью излучённого сигнала по сравнению с рассеянным. По той же причине во втором случае несколько ослабляются требования к обеспечению прямой видимости в направлении на источник имитируемого сигнала.

Наши исследования перечисленных вопросов проведены при выполнении эксперимента с использованием разработанного модуля на базе программируемой логики. Разработка модуля проведена с использованием программных средств Matlab, Office, Quartus.

УДК 621.396.662

СОЛОВЬЕВ К.Е., ФАДЕЕВ Р.С.

РАЗРАБОТКА СИНТЕЗАТОРА ЧАСТОТ ДЛЯ СВЧ ГЕНЕРАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существенный прогресс в области радиотехники в части формирования и обработки полезной информации предъявляет все более жёсткие требования к источнику несущего сигнала информационных сообщений. На современном уровне развития систем связи при проектировании возбудителей, которые, как правило, являются основным источником несущей частоты, предпочтение отдаётся синтезаторам частот (СЧ).

Известно, что СЧ широко используются в системах связи, телевидения и радиолокации, телеметрии и радиоастрономии, и других радиотехнических системах. При этом проектируемые СЧ должны обеспечивать компактное размещение каналов радиосвязи с предельно мелкой сеткой и минимальными допусками на долговременную нестабильность и точность установки частоты, широкий диапазон перестройки, высокую чистоту спектра выходного сигнала и минимально возможное время перестройки с одной частоты на другую. Массовое использование СЧ в качестве гетеродинов в приёмниках и возбудителей передатчиков мобильных и бортовых радиостанций требует снижения габаритно-массовых характеристик СЧ, устойчивости к механическим нагрузкам и изменениям питающего напряжения, низкого энергопотребления, обеспечения рабочих параметров в широком диапазоне температур окружающей среды.

В данной работе рассматривается процесс разработки синтезатора частот для СВЧ генератора.

На начальном этапе разработки требовалось выбрать методы синтеза частот [1, 2]. Рассматривались два основных метода синтеза: когерентный и некогерентный. Некогерентный

метод состоит в том, что несколько колебаний опорных частот от независимых источников, используются для получения большого количества колебаний на выходе синтезатора с частотами, отличными от частот опорных колебаний. Метод получил название «прямой аналоговый синтез частоты».

Когерентный метод предполагает наличие только одного источника опорного колебания, из которого при помощи различных приёмов, получают на выходе синтезатора большое количество колебаний с частотами, отличными от частоты опорного колебания. При этом различают: косвенный аналоговый синтез на основе фазовой подстройки частоты (ФАПЧ); прямой цифровой синтез (ПЦС) или (Direct Digital Synthesis – DDS); гибридный метод, представляющий собой комбинацию методов, описанных выше.

Исходя из требований к синтезатору в разработке используются все перечисленные методы, так как они имеют свои преимущества и недостатки.

После проведения экспериментальных расчётов удалось добиться следующих характеристик синтезатора частот: синтезатор имеет два выхода: низкочастотный с частотой от 0,009 до 20 МГц, высокочастотный с частотой от 637,5 до 1275 МГц; дискретность частоты не более 0,01 Гц; синтезатор обеспечивает работу от внешнего опорного генератора; погрешность установки частоты от внутреннего опорного генератора не более $\pm 2 \cdot 10^{-7}$.

Библиографический список

1. Манасевич, В. Синтезаторы частот (Теория и проектирование): монография / В. Манасевич. - Пер. с англ./Под ред. А.С. Галина. М.: Связь, 1979. -384 с. ил.
2. Першин, В.Т. Формирование и генерирование сигналов в цифровой радиосвязи: Учебное пособие / В.Т. Першин. - М.: НИЦ ИНФРА-М; Мн.: Нов. знание, 2013. – 614 с.

УДК 621.396.41

УЛЬЯНОВА А.А.

ИЕРАРХИЯ КОНСТРУКТОРСКОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ КОММУТАЦИОННЫХ ИЗДЕЛИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Одной из тенденций современного рынка электроники является повышение требований к надёжности изделий. При производстве радиоэлектронных изделий военной техники (ВТ) процедуры регулировочных работ, контроля производственных процессов и всех видов испытаний занимают до 80% трудоёмкости. Автоматизированные системы контроля представляют собой комплекс программного и аппаратного обеспечения, предназначенный для проверки определённых параметров готовых изделий. Такие комплексы включают в себя пульты проверки, промышленные компьютеры, а также различные средства коммутации (жгуты, адаптеры, кронштейны и т.д.). Использование в составе автоматизированных систем контроля персональных компьютеров позволяет на базе современных средств программирования реализовать в автоматизированном режиме алгоритмы прогнозирования, диагностирования и контроля, упростить процедуру обработки, регистрации, хранения информации о техническом состоянии объекта контроля. Ручное рабочее место включает как минимум 5-6 измерительных приборов и принадлежности. В АСК все перечисленные выше виртуальные приборы могут быть смоделированы и необходим только адаптер для подключения объекта контроля. [1]

Структурная схема автоматизированной системы контроля изделия блок управления «БУ-73» содержит блок сопряжения, осуществляющий коммутацию и контакт с проверяе-

мым изделием с помощью жгута. Он отличается от простого провода наличием целого комплекта конструкторской документации. Необходимое и достаточное количество документов на жгут определяется разработчиком. Основополагающим документом разработки данного изделия является схема электрическая принципиальная блока сопряжения, которая состоит из следующих узлов: источник питания SE-100-48 MEAN WELL, плата питания БС АСК БУ-73, устройство управления БС АСК БУ-73. Имея схему электрическую принципиальную и перечень элементов, можно понять назначение устройства, его принципы работы. На схеме прописываются параметры электрических сигналов, которые проходят через контакты соединителей, тем самым давая определённую информацию. Однако, на коммутируемые изделия для АСК необходимо прописать требования по вибростойкости, стойкости к внешним воздействующим факторам, различные температурные режимы и т.д. Возникает необходимость дополнительных креплений, защиты, особого монтажа. Конструкция изделия изображается на сборочном чертеже. Таким образом, при разработке жгута для АСК первой появилась схема электрическая принципиальная, затем к ней был разработан перечень элементов, на их основе разрабатывается сборочный чертёж и в завершение разработки оформляется спецификация. Когда временной период научно-исследовательской опытно-конструкторской работы (НИОКР) завершен, спецификация и становится основным документом.

Библиографический список

1. Пиганов, М.Н. Испытания электронных средств специального назначения [Электронный ресурс]: электрон. Учеб. Пособие / М.Н. Пиганов; Минобрнауки России, Самар. гос. аэрокосм. ун-т им. С. П. Королева (нац. исслед. ун-т).
2. Лабковская, Р.Я. Методы и устройства испытаний ЭВС. Часть 1. Учебное пособие.- СПб: Университет ИТМО, 2015.-164 с.

УДК 621.373.1

ЧЕРНЫХ А.О., ПЕТУХОВ В.К., ПРИБЛУДОВА Е.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРА НА ПАВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время большие успехи достигнуты в области применения устройств на ПАВ для целей генерации стабильных колебаний. Уже сейчас по стабильности частоты генераторы на ПАВ вплотную подошли к кварцевым генераторам. Генераторы на ПАВ могут иметь разнообразные конструкции, избирательные системы и характеристики [1]. Для наилучшего достижения требуемой цели проводится тщательное проектирование и лабораторные исследования генераторов на ПАВ.

Параметры радиотехнической аппаратуры во многом определяются стабильностью частоты используемых источников опорных колебаний [2]. Генерирование электрических колебаний и управление ими для получения необходимых электрических сигналов – основные задачи, решаемые при создании радиопередающих устройств. Непрерывно возрастающие требования к стабильности частоты генерируемых колебаний привели к широкому использованию и развитию производства кварцевых резонаторов и кварцевых полупроводниковых автогенераторов. Отличительной особенностью кварцевых генераторов является наличие высокодобротной электромеханической колебательной системы – кварцевого резонатора, изготавливаемого по отдельному от полупроводников технологическому процессу. Работа кварцевого резонатора основана на применении физического явления – пьезоэлектричества, открытого братьями Кюри в конце XIX в. Применения прямого и обратного пьезоэлектриче-

ских эффектов, теории обратной связи, нелинейных режимов работы активной части генератора, дополнительных устройств, повышающих температурную стабильность частоты уже достаточно для того, чтобы рассматривать кварцевые генераторы как специфическую элементную базу, реализованную на основе сложных функциональных принципов.

В данной работе предложен вариант эффективной схемы терморегулятора для генератора на ПАВ. Целью исследования являлось создание наиболее оптимальной схемы терморегулятора во вновь разрабатываемом генераторе 1440 МГц для формирования сигнала гетеродина приемника квантового водородного дискриминатора в пассивном водородном стандарте частоты и времени. На резонансную частоту кварцевого резонатора и рабочую частоту генератора, построенного на резонаторе, сильное влияние оказывает изменение температуры. Так как требуется соблюдать определенную частоту, в состав генератора входит терморегулятор, который поддерживает температуру и не дает сильного ухода частоты, поддерживая стабильность на высоком уровне. В данной работе рассмотрены разные варианты термостатирования. На основе анализа различных схем терморегуляторов спроектирован теоретически наилучший вариант исполнения и проведены практические исследования для доказательства эффективности выбранного варианта.

Библиографический список

1. Ефимов, И.Е. Микроэлектроника / И.Е. Ефимов, И.Я. Козырь, Ю.И. Горбунов. М., 1986.
2. Радиопередающие устройства : учеб. для вузов / под. ред. М. В. Благовещенского, Г. М. Уткина. – М. : Радио и связь, 1982. – 408с.

УДК 621.396

КУЗНЕЦОВ С.Е., ПРИБЛУДОВА Е.Н., ЯНКОВСКИЙ И.И.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ РАДАРОВ КОНТРОЛЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во многих странах мира, в том числе и в России, одним из наиболее эффективных способов решения проблемы аварийности и оптимизации транспортных потоков на автодорогах является создание автоматизированных комплексов контроля дорожного движения. Использование таких комплексов имеет первостепенное значение в решении задач современных транспортных систем, поскольку они предлагают множество возможностей, включая мониторинг условий дорожного движения в режиме реального времени, раннее обнаружение потенциальных опасностей и быстрое реагирование в чрезвычайных ситуациях. Эти комплексы могут помочь в решении задач управления транспортным потоком, обнаружения и предотвращении аварий, а также в эффективном обеспечении соблюдения правил дорожного движения.

В мировой практике для автоматизированного контроля правонарушений на автодорогах широко используется аппаратура фотовидеофиксации, включающая оптическую фотокамеру и радарное устройство. Камеры обычно используются для решения задач визуального распознавания: обнаружение разметки полос движения, дорожных знаков, участников движения, а также для идентификации транспортных средств. Радары используются в основном для измерения скорости движения транспортных средств и их положения. При этом радары характеризуются большей эффективностью при работе в условиях плохой видимости, чем камеры. В связи с этим применение радаров в перспективных комплексах контроля дорож-

ного движения, задачи которых выходят далеко за рамки простого контроля правонарушений, является объективной необходимостью.

В последнее время в автомобильной сфере активно применяются радары непрерывного излучения с частотной модуляцией (Frequency Modulated Continuous Wave – FMCW) с быстрой перестройкой частоты («fast chirps»), как обеспечивающие точные и надежные измерения расстояния, скорости, координат местоположения объектов и обладающие высоким разрешением и чувствительностью, что позволяет им не только отслеживать несколько объектов одновременно, но и проводить их классификацию. Построение перспективных автоматизированных комплексов контроля дорожного движения с использованием радаров данного типа является актуальной задачей.

Однако FMCW радары обладают существенным недостатком, заключающимся в свойственной им неоднозначности измерения скорости обнаруживаемых объектов [1]. С учетом активно применяемой технологией MIMO и свойственной ей сложности алгоритмов обработки сигналов данная проблема становится серьезным препятствием на пути использования таких радаров в составе комплексов контроля дорожного движения, одним из ключевых требований к которым является высокая точность измерения скорости транспортных средств.

Для преодоления этой проблемы требуется применение специальных методов, касающихся не только алгоритмов обработки, но и формирования излучаемых сигналов. В работе проводится анализ методов устранения неоднозначности определения скорости, основанных на применении последовательности ЛЧМ импульсов со скачками по частоте и с вобуляцией периодов зондирования, приводятся математические модели сигналов разностной частоты для обоих вариантов и результаты моделирования. Даются практические рекомендации по программно-аппаратной реализации рассматриваемых алгоритмов.

---

1. H. Rohling, Resolution of Range and Doppler Ambiguities in Pulse Radar Sys-tems, Florence, Italy: Proceedings of Digital Signal Processing, 1987.

Подсекция 1.2

Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

УДК 621.396.67

БИРЮКОВ З.С, РАЕВСКИЙ А.С.

РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО АВАРИЙНОГО РАДИОМАЯКА ДЛЯ АВТОНОМНЫХ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ И МОРСКИХ АППАРАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С целью обеспечения сохранности целевой информации (данные от датчиков и устройств мониторинга, телеметрии движения) в беспилотных летательных и морских аппаратов среднего и большого классов предлагается использовать накопители информации «черный ящик», защищенные от различного рода воздействий при возникновении аварийной ситуации. В состав накопителя входит энергонезависимый, механически защищенный малогабаритный аварийный радиомаяк. Разработанный аварийный радиомаяк стоек к воздействию механического удара одиночного действия с пиковым ударным ускорением полусинусоидальной формы 3000 g, прочен к воздействию пикового ударного ускорения в направлении движения при эвакуации с максимальной амплитудой квазистатической составляющей 5500 g. Антенна аварийного радиомаяка стойка к воздействию морской воды с температурой от минус 4 до 35 ºС в течении 24 ч.

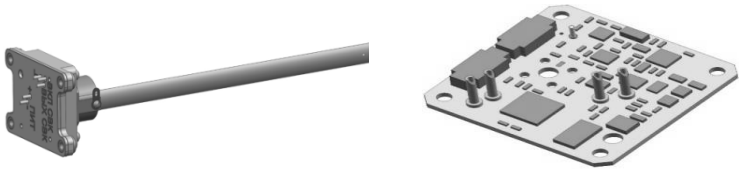


Рис. 1. 3D модель аварийного радиомаяка и печатной платы блока выдачи аварийного сигнала

УДК 621.31

БЛОХИН С.Е.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В современном мире технологии развиваются быстрыми темпами и проектирование эффективных и надёжных систем управления становится всё более актуальным. Одной из таких систем является устройство управления бесколлекторными электродвигателями. Данные электродвигатели обладают рядом преимуществ, таких как высокая надёжность, долгий срок службы, отсутствие искрения, возможность работы в экстремальных условиях. Бескол-

лекторные электродвигатели находят применение в промышленности, авиастроении, медицине, электротранспорте, робототехнике. Однако для их эффективной работы необходимы специальные устройства, обеспечивающие необходимые уровни напряжения и тока на обмотках бесколлекторного электродвигателя.

В настоящей работе решается задача по проектированию модуля управления бесколлекторным электродвигателем постоянного тока. Основная задача модуля заключается в управлении скоростью и направлением вращения ротора электродвигателя. Структурная схема модуля представлена на рис.1.

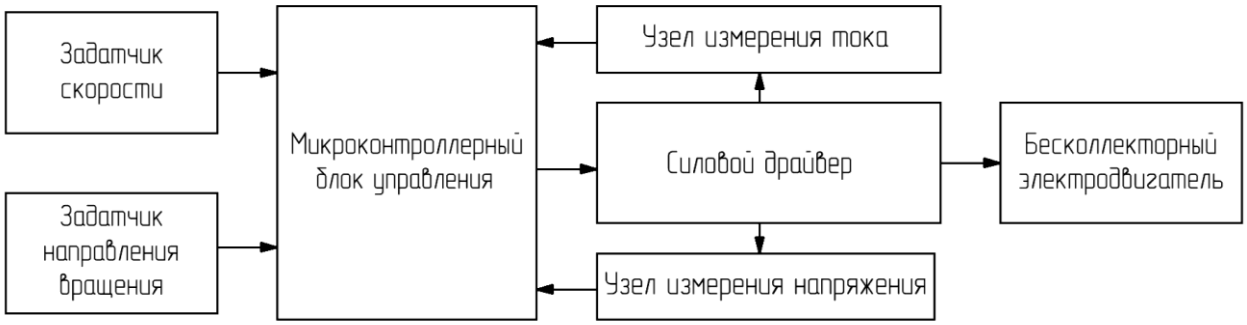


Рис.1. Структурная схема модуля управления бесколлекторным электродвигателем

Основным элементом схемы является микроконтроллерный блок управления. Он реализован на базе 8-разрядного высокопроизводительного микроконтроллера ATmega8 и принимает сигналы от задатчиков скорости и направления вращения выходного вала электродвигателя, считывает информацию с узлов измерения тока и напряжения на выходе силового драйвера, формирует последовательность управляющих сигналов для силового драйвера.

Силовой драйвер состоит из трех драйверов затворов МОП-транзисторов IR2101S и классической трехфазной полумостовой схемы на полевых транзисторах IRF640S. Данный блок выдает трехфазную последовательность напряжений на обмотки статора электродвигателя и формирует вращающееся магнитное поле.

Модуль управления питается напряжением от 8 В до 30 В и имеет встроенный понижающий преобразователь напряжения для питания микроконтроллерного блока управления. Ток потребления внутренней схемой модуля управления не превышает 150 мА допустимый выходной ток силового драйвера не менее 2 А.

УДК 681.518.3

БУКИН И.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДАТЧИКОВ СИНУСНО-КОСИНУСНОГО ВРАЩАЮЩЕГОСЯ ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ РОТОРА ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Датчики синусно-косинусного вращающегося трансформатора (СКВТ) основаны на принципе индуктивного воздействия, используя вращающийся трансформатор и выходные сигналы синусоидального и косинусоидального типа. При вращении ротора электродвигателя изменяется индуктивность обмоток, что вызывает фазовый сдвиг между синусоидальным и косинусоидальным сигналами, зависящий от угла положения ротора [1].

Преимущества датчиков СКВТ включают высокую точность измерений, важную в авиации и медицинском оборудовании, долговечность и надежность за счет отсутствия контактных элементов, высокую скорость измерений для быстрой реакции на изменения положения ротора, а также малое потребление мощности. Датчики СКВТ являются аналоговыми, и для дальнейшей обработки сигнала требуется оцифровка, которую обеспечивают аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Это позволяет использовать информацию о положении ротора в цифровых системах управления и контроля.

Для полной работы с датчиком СКВТ используется микросборка 2015ММ025 НПО «Физика», производства России, формирующую синусоидальный сигнал (2 кГц, ±13.5 В). Преобразователь электрического сигнала от СКВТ преобразует аналоговый сигнал в цифровой формат, обеспечивая точные значения фазы и амплитуды. Микросборки 2015НХ01В4 позволяют определить скорость и ускорение при вращении валов с высокой скоростью. Они обеспечивают новый результат преобразования на каждом полупериоде опорного сигнала, что позволяет использовать их для определения скорости, ускорения и колебаний при вращении валов с высокой скоростью. Шестнадцатиразрядный преобразователь интерфейсов обеспечивает соединение устройств с разными уровнями логических сигналов.

Микросхема Н1582ВЖ1Б-0053 НПО «Физика» предназначена для приема данных с SL-канала и их перекодировки в формате SPI, поддерживая слова до 16 разрядов. Микросхема имеет контроль четности, выход ошибок четности и выход готовности к передаче слова по SPI. Описание SL-канала включает передачу информации через две линии, «0» и «1», с контролем четности и синхроимпульсом.

Датчики СКВТ, обладая высокой точностью и надежностью, находят применение в промышленности, робототехнике, автомобильной и аэрокосмической промышленности. Их использование в определении положения ротора электродвигателя совместно с процессом оцифровки сигнала обеспечивает точные данные для цифровых систем управления и контроля, повышая эффективность и надежность в различных областях.

---

1. Ануфриев В.Н. Методы обработки сигналов индуктивных датчиков линейных и угловых перемещений // Современная электроника. – №4, 2014 г. – С.30-33.

УДК 621.31

БУКОВ И.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ НАПРЯЖЕНИЕ-ЧАСТОТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Одной из наиболее актуальных задач при проектировании или модернизации беспилотного летательного аппарата (БПЛА) является повышение точности и надежности системы управления. Характеристики данных систем во многом зависят от применяемых датчиков первичной информации и сопутствующей электроники. Учитывая трудоемкость и высокую стоимость работ по проектированию или модернизации датчиков, актуальной является задача по улучшению характеристик системы управления за счет модернизации сопутствующей датчикам электроники.

В рамках данной работы одним из таких подлежащих модернизации электронных устройств является преобразователь напряжение-частота (ПНЧ). Данное устройство входит в состав системы управления БПЛА и осуществляет согласование выходного аналогового сигнала датчика угловых скоростей (ДУС) с цифровыми вычислительными блоками системы управления. ПНЧ преобразует сигнал пропорциональный угловой скорости летательного ап-

парата (ЛА) в последовательность импульсов, частота которых зависит от уровня входного сигнала. Далее сигнал угловой скорости в виде изменяющегося по частоте импульсного сигнала беспрепятственно обрабатывается цифровым вычислительным устройством бортовой системы управления ЛА.

Структурная схема ПНЧ представлена на рис. 1. ПНЧ выполняет преобразование входного аналогового низкочастотного сигнала в диапазоне от минус 4 В до +4 В. Частота преобразуемого входного сигнала от 0 до 250 Гц. ПНЧ работает непосредственно с выходным сигналом ДУС и применяется для каждой измеряемой оси: крена, курса и тангажа.

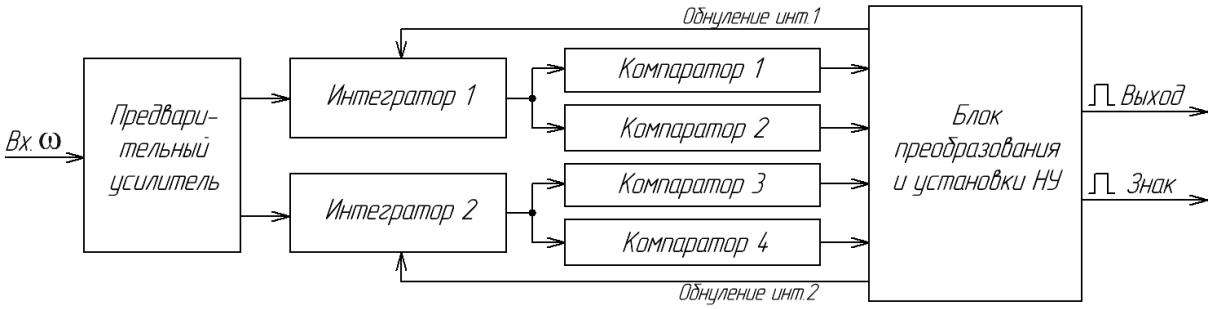


Рис.1. Структурная схема преобразователя напряжение-частота

Аналоговый сигнал с датчика поступает на предварительный усилитель. Далее сигнал поступает на два работающих попеременно интегратора, что исключает погрешности, связанные со временем обнуления интеграторов. Сигналы с интеграторов поступают на компараторы напряжения, которые в свою очередь выдают устойчивые логические уровни при достижении напряжения 9 В на выходе интеграторов. Блок преобразования и установки начальных условий (НУ) считывает информацию о работе компараторов, выдает команды, обнуляющие интеграторы, и формирует два выходных сигнала «Выход» и «Знак», частота которых пропорциональна входному аналоговому сигналу.

Разработка схемы электрической принципиальной осуществлялась с применением современной отечественной элементной базы. Конструкция ПНЧ разрабатывалась в комплексной среде автоматизированного проектирования Altium Designer и по сравнению с устройством-прототипом имеет улучшенные массогабаритные характеристики.

УДК 621.396.6

ВЕРБИН И.Д.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ МАЛОГАБАРИТНОГО БОРТОВОГО ИЗМЕРИТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В докладе описана структурная схема малогабаритного бортового измерительного комплекса (МБИК), представленная на рис.1.

Прототипом устройства является схема на основе аналогового метода преобразования [1]. Аналоговые методы преобразования сигнала имеют недостаточную точность, поэтому в основу работы бортового преобразователя информации (БПИ) и был заложен цифровой метод.

Формирователь временных интервалов формирует пару импульсов , интервал между которыми пропорционален полученному коду (далее назовем ее ВИМ-последовательность).

Полученная ВИМ последовательность, проходя через усилитель мощности, поступает на выход преобразователя, как описано в [2].

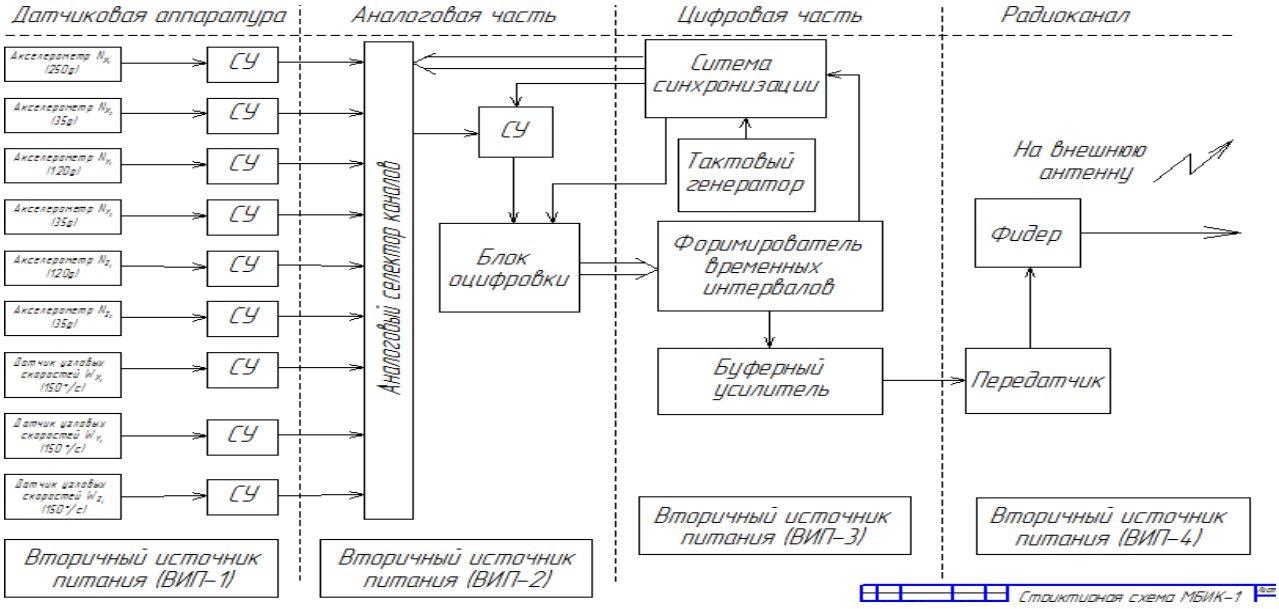


Рис. 1. Структурная схема малогабаритного бортового измерительного комплекса

Преобразование величины напряжения выбранного канала в цифровой код осуществляет блок оцифровки. Приведение амплитуды входного сигнала к входному диапазону блока оцифровки осуществляет согласующее устройство. Оно же осуществляет согласование сопротивлений селектора каналов и блока оцифровки. Согласование сопротивлений датчиковой аппаратуры и сопротивления мультиплексора осуществляется также согласующим устройством [3]. Сигнал ВИМ с БПИ поступает на передатчик.

Библиографический список

1. Вербин, И.Д. Проектирование структурной схемы малогабаритного бортового измерительного комплекса / «Студенческий вестник»:научный журнал. – № 13(299). Часть 5. Москва, Изд. «Интернаука», 2024. – 72 с. – Электрон. версия. печ. публ. – https://studvestnik.ru/journal/stud/herald/299

2. Конспект лекций по БЦВУиМ [Электронный ресурс]. – URL: https://en.ppt-online.org/527067?ysclid=lv4x3gyna705677257

3. Согласование и передача сигналов [Электронный ресурс]. –URL: https://studfile.net/preview/7641530/page:17/

УДК 621.391.837

ГОРЕВ Н.В., СЬЯНОВ В.А.

ОСНОВНЫЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СВЧ УЗЛЫ В ТРАКТЕ СИГНАЛА НАСТРОЙКИ РЛС С ЦИФРОВОЙ АФАР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время амплитудно-фазовый корректор (АФК) применяется во многих радиолокационных станциях, дает возможность управлять амплитудой и фазой колебаний в

антенной решетке, формировать узкий луч и электрически осуществлять сканирование в угломестной плоскости.

Для обеспечения управления диаграммы направленности ФАР в модулях АФК используют следующие СВЧ узлы:

1) аттенюаторы;
2) фазовращатели;
3) переключатели.
4) делители;
5) направленные ответвители.

Целью разработки является настройка СВЧ сигнала РЛС с цифровой АФАР в диапазоне от 150 МГц до 180 МГц. В данной работе рассчитаны следующие СВЧ узлы: два аттенюатора, делитель 1:7, направленный ответвитель и переключатель на два канала. Проведены теоретически и практические расчеты. Практические расчеты проводились в среде Microwave Office с помощью симулятора AXIEM. Были разработаны топологии платы и электрические принципиальные схемы для каждых узлов по отдельности. Проведены расчеты, исходя из технического задания, с помощью оптимизатора встроенного в симулятор AXIEM.

Библиографический список

1. В.М. Карпов. Широкополосные устройства СВЧ на элементах с сосредоточенными параметрами / В.А. Малышев, И.В. Перевощиков – М.: Радио и Связь, 1984. – 104 с.
2. Гасанов, Л.Г. Твердотельные устройства СВЧ в технике связи / Л.Г. Гасанов, А.А. Липатов, В.В. Марков. – М.: Радио и Связь, 1988. – 288 с.
3. Э. Ред. Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике – М.: Мир, 1990. – 256 с.

УДК 621.31

ЕВСТИГНЕЕВ С.В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА УПРАВЛЕНИЯ АППАРАТА ОЗОНОТЕРАПИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Повышение качества медицинской помощи является одним из приоритетных направлений национального развития нашей страны. Одним из приоритетных и важных направлений развития является обеспечение высокого уровня диагностики, лечения и профилактики заболеваний с применением современной медицинской техники и изделий медицинского назначения. На сегодняшний день одними из востребованных устройств медтехники являются аппараты озонотерапии. Данные устройства осуществляют выдачу кислородно-озоновой смеси необходимой концентрации и широко применяются практически во всех направлениях медицины.

В настоящей работе решается задача по разработке функционального узла устройства управления, входящего в состав аппарата озонотерапии с низкой концентрацией озона. Разработанное устройство управления (УУ) выполняет функцию центрального функционального узла, отвечающего за управление, контроль и индикацию параметров озонатора. Структурная схема УУ представлена на рис. 1.

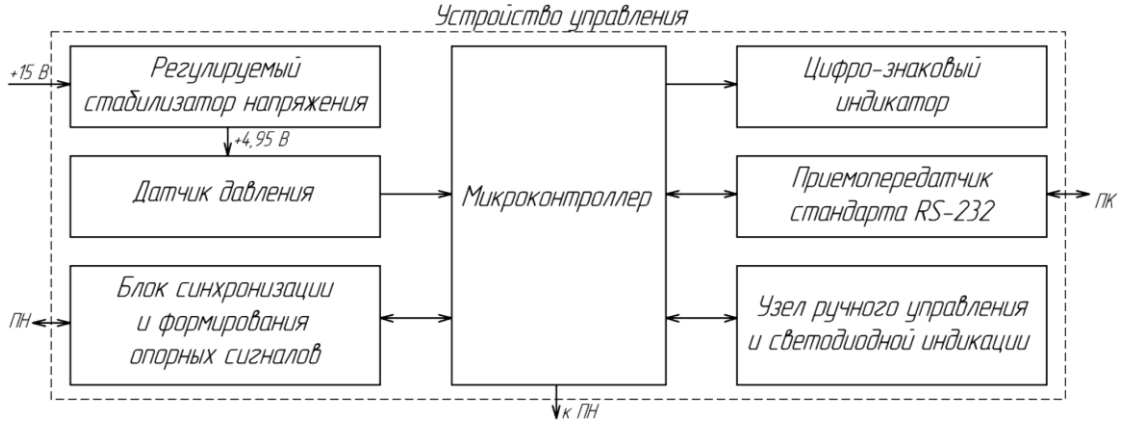


Рис.1. Структурная схема устройства управления аппарата озонотерапии

УУ включает в себя микроконтроллер, выполняющий анализ информации, получаемой от узла ручного управления, датчика давления и приемопередатчика, выдает управляющие команды на внешний узел преобразователя напряжения (ПН), а также осуществляет выдачу информации на цифро-знаковый индикатор. ПН формирует необходимое напряжение для питания УУ, газового насоса, системы газоснабжения и газоразрядной камеры озонатора. Приемопередатчик стандарта RS-232 позволяет управлять и контролировать работу УУ и озонатора в целом с помощью персонального компьютера.

На основании технического задания и структурной схемы разработана схема электрическая принципиальная УУ. Применяемая в УУ элементная база выбрана в соответствии с условиями эксплуатации и требованиями к высокой надежности изделия.

При разработке конструкции было принято решение разместить все функциональные узлы на одной плате. Итоговый вариант конструкции УУ представляет собой печатный узел с габаритными размерами 210×105×42 мм, установка элементов осуществляется с двух сторон печатной платы.

В настоящий момент аппарат озонотерапии с разработанным УУ прошёл все необходимые испытания и выпускается серийно.

УДК 621.396

ЖДАНКИН Н.С.

УСТРОЙСТВО ДЛЯ МОНИТОРИНГА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО ФИЛЬТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Описан принцип работы и элементная база устройства, отслеживающего степень загрязнения салонного воздушного фильтра автомобиля. Загрязненный салонный воздушный фильтр может стать источником пыли, пыльцы, газов и других вредных частиц, которые могут негативно повлиять на здоровье водителя и пассажиров.

Мониторинг степени загрязнения фильтра позволяет вовремя определять необходимость его замены или очистки. Это помогает предотвратить его износ и поддерживать высокую эффективность в фильтрации вредных веществ из воздуха салона.

Устройство состоит из двух пьезоэлектрических датчиков, узла индикации степени загрязнения фильтра и микроконтроллера, способного считывать и обрабатывать сигнал с датчиков. В зависимости от способа монтажа прибор имеет несколько вариантов исполнения:

- прибор, устанавливаемый в систему вентиляции, конструктивно не предусматривающую его наличие, имеет площадку с защелкивающимся механизмом и резиновую прокладку, а также проушины для крепления винтами непосредственно на систему вентиляции, а также два варианта исполнения узла взаимодействия с пользователем в виде дисплея или светодиодной панели;
- прибор, имеющий посадочное место, разработанное при проектировании системы вентиляции на этапе разработки и сборки автомобиля, также включает в себя уплотнительную резиновую прокладку, и механизм защелки, но данные с устройства выводятся непосредственно на приборную панель автомобиля, прошив под это микроконтроллер панели.

Принцип работы подразумевает использование двух пьезоэлектрических датчиков и прямого пьезоэлектрического эффекта – явления возникновения электрической поляризации в кристалле под действием механического напряжения. При этом один из датчиков считывает механическое напряжение в системе вентиляции, находясь за воздушным фильтром, а второй установлен снаружи системы вентиляции и является считывателем внешних механических воздействий, разница этих сигналов даст нам искомый, отражающий поток воздуха через фильтр [1].

Благодаря возможности замены фильтра по фактической необходимости, устройство для отслеживания загрязнения салонного воздушного фильтра позволяет экономить ресурсы и средства владельца автомобиля. Нет необходимости менять фильтр слишком часто или, наоборот, использовать его до полного износа, что может привести к снижению качества воздуха в салоне.

---

1. Шарапов, В.М., Мусиенко, М.П., Шарапова, Е.В. Пьезоэлектрические датчики. Серия "Мир электроники". М.: Техносфера, 2006. 632 с.

УДК 681.2-5

КОЗЕКАЕВА М.Н.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО УСТРОЙСТВА ОЦЕНКИ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Функциональное состояние человека — изменчивый показатель здоровья. Оно меняется в течение суток под воздействием различных факторов. Контроль над рабочим процессом человека можно осуществлять с помощью анализа вариабельности сердечного ритма.

Сегодня крайне актуально внедрение методов срочного контроля здоровья для выявления первых признаков нарушения процессов восстановления после физических и эмоциональных перегрузок.

Основными компонентами носимого индивидуального электронного устройства оценки вариабельности сердечного ритма являются:

- микроконтроллер бесконтактного датчика, производящий преобразования дискретных отсчетов сигнала для их передачи по беспроводному каналу в устройство сбора и обработки данных;

- антенна для улучшения сигнала передаваемого по технологии IEEE 802.15.4 в диапазоне частот от 2.4 ГГц до 2.48 ГГц;
- микроконтроллер устройства сбора и обработки данных;
- основной кварцевый генератор для тактирования микроконтроллера и дополнительный кварцевый генератор для работы часов сна;
- узел долговременного хранения данных, необходимый для хранения программы микроконтроллера и снятых показаний ВСР, а также осуществляющий управление процессами передачи регистрируемых физиологических сигналов на медицинский сервер и их сохранения узлом долговременного хранения данных;
- оптический датчик, предназначенный для просвечивания кожного покрова световым лучом, с его помощью по пульсации крови, проходящей через кровеносные сосуды, рассчитывается частота сокращения сердечной мышцы;
- датчик физиологических сигналов, служащий для снятия показаний ВСР;
- сенсор физической активности, представляющий собой прибор,определяющий ускорение объекта в пространстве.
- разъем зарядного устройства – для зарядки аккумулятора;
- аккумулятор – источник питания компонента;
- контроллер ёмкости аккумулятора необходим для измерения емкости аккумулятора;
- контроллер заряда аккумулятора – устройство, задающее необходимый профиль заряда;
- стабилизатор напряжения, необходимый для питания микроконтроллера и других частей компонента.

Библиографический список

1. Гаврилова, Е.А. Ритмокардиография в спорте : монография – СПб.: Изд-во СЗГМУ им. И.И. Мечникова, 2014. – 164 с.
2. Бузунов Р.В Компьютерная пульсоксиметрия в диагностике нарушений дыхания во сне: учебное пособие/Р.В. Бузунов, И.Л. Иванова, Ю.Н. Кононов и др. -Ижевск: ЛитРес, 2017. -2080 с.
3. Баевский, Р.М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клёцкин. – М.: Наука, 1984. – С. 200.

УДК 621.3, 536.2

ЛУКОЯНОВ В.И., САТАЕВ А.А., КОРНИЕНКО А.А.

АНИЗОТРОПНЫЕ ТЕРМОИНТЕРФЕЙСЫ: НОВЫЙ ПОДХОД К ПОВЫШЕНИЮ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ РЭУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные РЭУ (радиоэлектронные устройства) сталкиваются с постоянным увеличением тепловыделения из-за увеличения их функциональности, интеграции и стремлению к компактности. Это создает серьезные вызовы в области охлаждения, поскольку традицион-

ные методы могут оказаться недостаточными, чтобы обеспечить стабильную и безотказную работу, а также эффективно управлять тепловой нагрузкой.

Существует несколько методов охлаждения: активные (вентиляторы и жидкостные системы), пассивные теплоотводы (радиаторы). Недостатки традиционных методов охлаждения: Вентиляторы или теплоотводы, могут столкнуться с ограничениями при обработке высокой тепловой нагрузки, особенно в условиях высокой плотности мощности и плотности компонентов электроники. Это может привести к перегреву и снижению производительности или даже поломке устройства. Некоторые методы охлаждения могут быть сложны в монтаже или управлении, особенно в случае применения сложных систем жидкостного охлаждения или комплексных систем контроля температуры. Определенные методы охлаждения могут быть неудобны для применения в мобильных устройствах из-за ограниченного пространства или форм-фактора.

В этом контексте анизотропные термоинтерфейсы представляют собой инновационный подход, позволяющий значительно улучшить процессы теплоотвода в РЭУ. Графитовый термоинтерфейс обладает теплопроводностью по осям X-Y ~ 1000 Вт/м*К, Z ~ 20 Вт/м*К, в свою очередь у меди всего лишь 400 Вт/м*К. Одним из ключевых преимуществ анизотропных термоинтерфейсов является их способность адаптироваться к различным конфигурациям и геометрии устройств. Это позволяет создавать более компактные и инновационные дизайны РЭУ, поскольку такие термоинтерфейсы могут быть легко интегрированы в малогабаритные системы без увеличения их размеров.

Такой подход позволяет улучшить теплопроводность в критических областях РЭУ, снизить риск перегрева и повысить общую эффективность системы. Наши исследования направлены на изучение инженерных аспектов работы анизотропных термоинтерфейсов, поиск и обобщение материалов, а также рассматриваем вопросы интеграции в системы охлаждения.

---

1. Xiaojuan Tian, Mikhail E. Itkis, Elena B. Bekyarova & Robert C. Haddon Anisotropic Thermal and Electrical Properties of Thin Thermal Interface Layers of Graphite Nanoplatelet-Based Composites

УДК 681.518.5

МАЙЗЕЛЬ А. Г.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ КОНТРОЛЛЕРА СИСТЕМЫ ГИДРОПОНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Гидропоника – это передовой подход к выращиванию растений или микроорганизмов, основанный на том, что корни или сами организмы находятся в специально созданной водной или инертной среде [1]. Метод гидропоники обеспечивает тщательный контроль над основными условиями, такими как содержание питательных веществ, уровнем кислотности, температуры и интенсивность освещения, насыщенность раствора нужными питательными веществами, что позволяет создавать идеальную среду для роста и развития растений и микроорганизмов. Гидропоника становится все более популярной благодаря ее способности обеспечить высокую производительность, качество и эффективное использование ресурсов, а также за счет минимизации рисков, связанных с болезнями и использованием пестицидов.

Блоки управления в гидропонике способны обеспечивать автономное управление такими системами.

Принцип работы контроллера системы гидропоники на базе Arduino заключается в сборе данных с датчиков, анализе данных, принятии решений, управлении устройствами и постоянном мониторинге с регулированием.

Структурная схема блока управления гидропоники представлена на рис. 1.

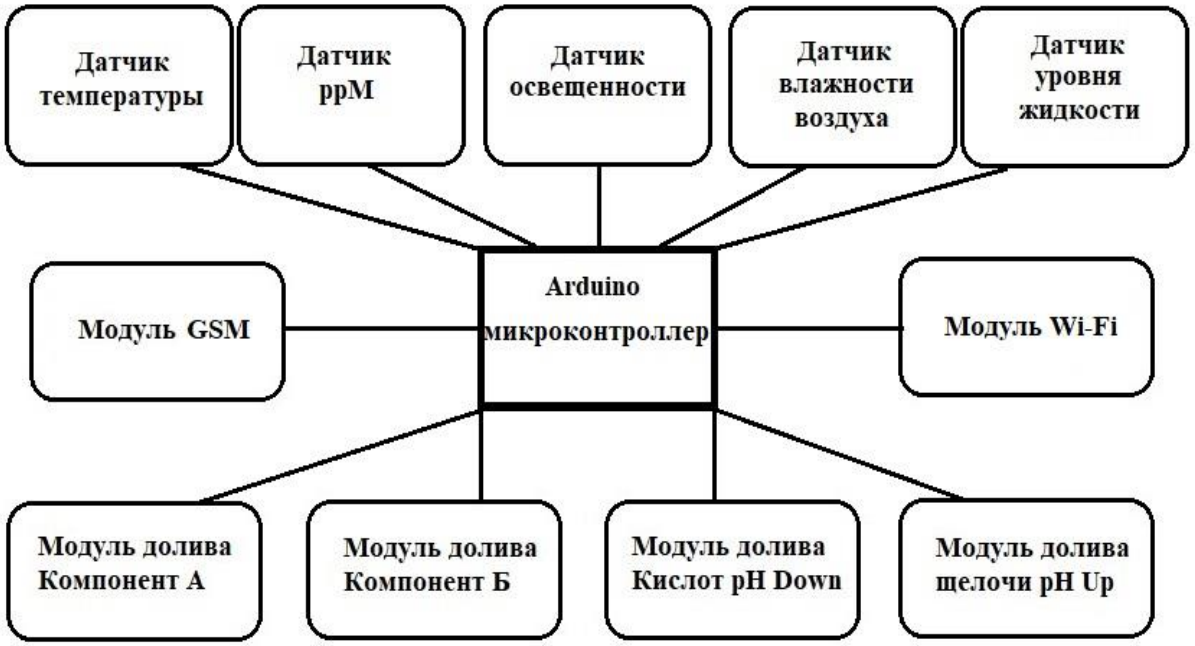


Рис. 1. Структурная схема блока управления гидропоники.

Программируемый микроконтроллер (Arduino) использован для реализации блока управления гидропоникой. Контрольный модуль даст возможность задействовать интернет для того, чтобы информировать пользователя о таких параметрах, как кислотность и уровень концентрации питательных веществ в растворе, а также об использовании воды. Кроме того, он обеспечит возможность удалённо производить необходимые регулировки.

---

1. Гидропоника // Газлифт – Гоголево. – М: Советская энциклопедия, 1971. – (Большая советская энциклопедия: [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров; 1969—1978, т. 6).

УДК 621.31

МАЛОВАНОВ А.И.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЦИФРОВОГО РЕГУЛЯТОРА МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Регулятор мощности постоянного или переменного тока является одним из широко используемых электронных устройств в повседневной жизни. Почти каждый человек, пользующийся электронными приборами, сталкивался с потребностью регулировки интенсивности освещения, скорости вращения электродвигателя или температуры нагревателя. В общем случае регулятор мощности предназначен для работы с активным типом нагрузок, питающихся от сетевого напряжения 220 В 50 Гц. Управление выходной мощностью может осу-

ществляться автоматически, например, нарастать до максимальной и плавно снижаться. Разработанная структурная схема цифрового регулятора мощности представлена на рис. 1.

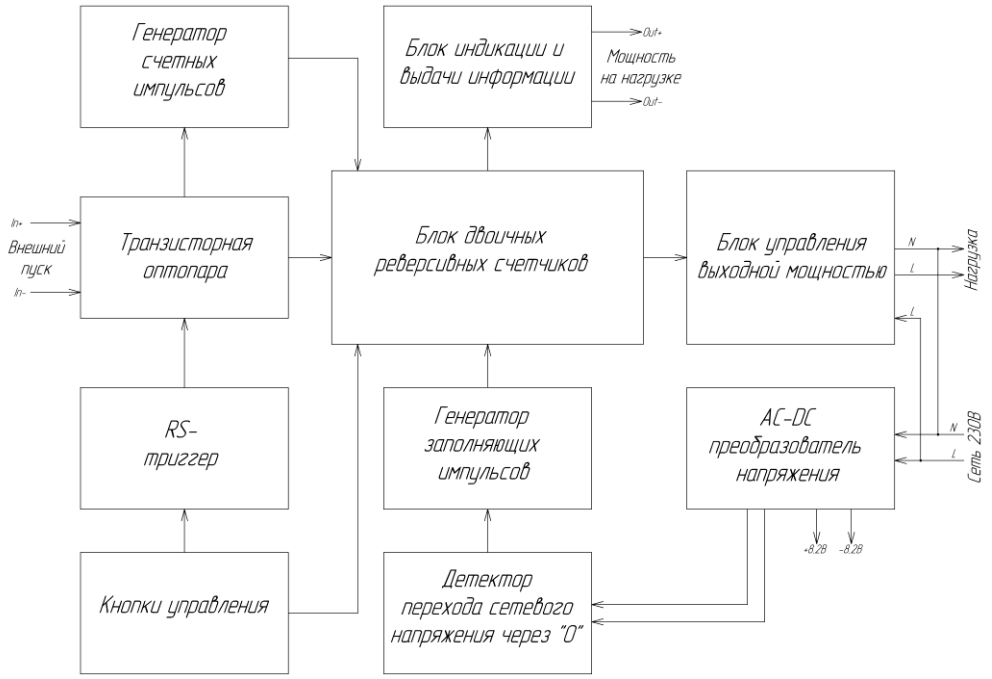


Рис.1. Структурная схема цифрового регулятора мощности

Ключевым элементом схемы является блок двоичных реверсивных счетчиков. Принимая сигналы с кнопок управления, в данном блоке ведется расчет уровней увеличения или снижения мощности на выходе устройства и в дальнейшем формируются управляющие импульсы для блока управления выходной мощностью и блока индикации.

Блок управления выходной мощностью выполняет коммутацию переменного сетевого напряжения с подключаемой к регулятору нагрузкой. Детектор сетевого напряжения формирует короткий импульс при переходе сетевого напряжения через ноль. Генератор заполняющих импульсов работает на частоте 1,6 кГц и периодически сбрасывается при поступлении сигнала перехода сетевого напряжения через ноль от детектора. Транзисторная оптопара нужна для управления выходной мощностью по внешним командам, передавая сигнал сброса с RS-триггера на генератор счётных импульсов. Блок индикации предоставляет информацию о максимальном и минимальном уровнях выходной мощности и коммутирует контакты Out+ и Out- при достижении максимальной мощности на выходе регулятора.

УДК 681.5

МЕДВЕДЕВ В.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МОДУЛЯ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ТЕМПЕРАТУР ИЗВЕСТКОВОЙ ПЕЧИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

На сегодняшний день на предприятиях, производящих известь, значительной проблемой является разработка модулей преобразования сигналов для измерения температур в труднодоступных местах и связи их с контроллером и пультом оператора при реализации контроля температур известковой печи. Автоматизированные системы управления темпера-

турой (АСУ ТП) позволяют исключить человеческий фактор из технологического процесса и повысить отказоустойчивость системы и качество конечного продукта. [1]

Была проанализирована используемая АСУ ТП предприятия ООО «ДКУ» и выявлены ее недостатки, такие как отсутствие:

- датчиков температуры высокого диапазона измерения свыше 1100 ^{0}C в рабочей зоне обжига и резервных каналов ввода для их подключения;
- блокировки с автоматизированного рабочего места при аварийных ситуациях, а именно при повышении температуры в зоне обжига свыше 1100 ^{0}C;
- новых блоков отображения на пульте оператора.

На основании вышеперечисленных недостатков было принято решение усовершенствовать систему контроля АСУ ТП за счёт:

- установки датчиков температуры, которые позволят контролировать температуру в рабочей зоне обжига во всех сечениях известковой печи;
- внедрения новых резервных аналоговых каналов ввода для последующей модернизации;
- модернизации и увеличения блока данных пульта оператора;
- использования модуля системы контроля температур с микроконтроллером.

Функциональная схема модернизированного модуля системы контроля температур представлена на рис. 1.

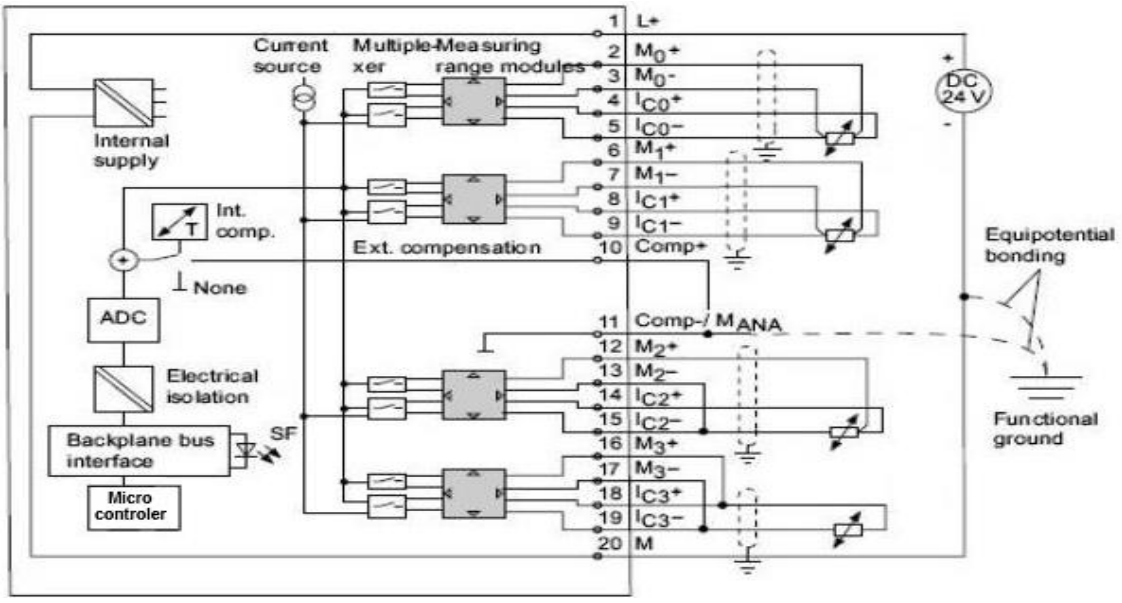


Рис. 1. Функциональная схема модернизированного модуля системы контроля температур

Таким образом, при использовании модернизированного модуля системы контроля АСУ ТП все указанные выше задачи будут реализованы, и процесс обжига извести будет улучшен за счёт более стабильной работы печи, сокращения времени ремонтных работ, уменьшения брака сырья и совершенствования техники безопасности, что говорит об актуальности и необходимости внедрения данной разработки. [2]

Библиографический список

1. Шельпяков А.Н. Автоматизированное управление технологическими системами и процессами / А.Н. Шельпяков. – М.: Стандартинформ, 2022 – 140 с.

2. Бойтон Р.С. Химия и технология извести / Р.С. Бойтон. – М.: Издательство литературы по строительству, 2020. – 37 с.

УДК 621.34

МИЦУРА Н.В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОНТРОЛЛЕРА ШАГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Шаговые двигатели широко используются в различных отраслях промышленности и бытовой технике благодаря своей надёжности, точности и простоте управления. Для эффективной работы шаговых двигателей используются специальные контроллеры, которые обеспечивают параллельное управление двигателями и их работу в соответствии с заданными параметрами.

В настоящей работе представлены результаты проектирования многоканального контроллера шаговых двигателей. Основное назначение контроллера – использование его в составе ЧПУ-станка с количеством управляющих осей до четырех. Разработанный контроллер состоит из управляющего модуля и четырех силовых блоков.

К основным характеристикам контроллера следует отнести:

- наличие четырех каналов управления (четырех осей);
- работа с униполярным типом двигателей;
- наличие аппаратного контроля тока в обмотках двигателей;
- наличие опторазвязки с LPT портом;
- наличие режима удержания с понижением тока до необходимого значения;
- минимальная частота управляющих сигналов 12,5 кГц;
- минимальная длина импульса 5 мкс;
- допустимый ток потребления одного двигателя до 2 А;
- питание двигателей до 30 В.

Управляющий модуль контроллера реализован на микроконтроллере ATMega8535, работающем на частоте 16 МГц. Основная задача модуля – обработка входных сигналов Step и Dir (тактирующих сигналов и сигналов направления шага), выдача сигналов включения и опорных напряжений для силовых блоков. Опорные напряжения формируются 8-битным, 8-канальным цифроаналоговым преобразователем M62359 с SPI интерфейсом.

В качестве интерфейса связи управляющего модуля с внешним задающим устройством используется интерфейс LPT. Данный вид связи является наиболее простым и недорогим решением. Интерфейс LPT входит в состав любого промышленного компьютера и его пропускной способности достаточно для работы с ЧПУ-станками. Модуль включает в себя гальваническую развязку по интерфейсу LPT, реализованную на оптронах PC817.

Силовая часть контроллера представлена четырьмя идентичными блоками, собранными на базе токового ШИМ-контроллера UC3842 и полевого транзистора IRFZ44. Ток для каждой обмотки контролируется отдельной микросхемой UC3842 и задается отдельным транзистором. Используемый ШИМ-контроллер содержит в себе генератор, компаратор тока, RS-триггер и драйвер МОП-транзистора и в полной мере подходит для решения поставленных задач.

Питание контроллера осуществляется от внешнего источника питания с напряжением до 30 В и током не менее 4 А. Для питания цифровых узлов в составе модуля управления имеется встроенный понижающий преобразователь напряжения.

Конструкция многоканального контроллера шаговых двигателей является разъемной, этажерочного типа и включает в себя печатный узел (ПУ) модуля управления и четыре иден-

тичных ПУ силового блока. Габаритные размеры блока многоканального контроллера 130х80х300 мм.

УДК621.31

СЕВАСТЬЯНОВ А.Л.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВТОРИЧНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА), применяемая в беспилотных летательных аппаратах (БПЛА) ракетного типа, характеризуется высокими требованиями к безотказной работе в широком диапазоне температур при значительных вибрационных и ударных нагрузках, разовостью использования и длительной сохранностью.

Вторичные источники питания (ВИП) являются неотъемлемой частью любой бортовой РЭА, следовательно, их надёжностные и массогабаритные характеристики в значительной степени оказывают влияние на систему в целом. Таким образом, задача по проектированию данных устройств с улучшенными характеристиками является актуальной.

Разработанный в рамках данного проекта ВИП входит в состав бортовой системы управления летательного аппарата (ЛА) и выполняет преобразование бортового постоянного напряжения питания 27 В ряд напряжений постоянного и переменного тока, в том числе и напряжений специальной формы. ВИП осуществляет питание датчиков угловых скоростей, датчиков положения, фазовых детекторов и формирует опорное напряжение для питания составных частей системы управления ЛА.

При проектировании схемы электрической принципиальной ВИП основной упор был сделан на повышение надежности устройства путем применения современных отечественных радиоэлементов повышенной стойкости, снижение массогабаритных показателей конструкции за счет поверхностно-монтируемых ЭРИ. По разработанной схеме электрической принципиальной были разработаны два печатных узла (ПУ). Это позволило разделить цифровые узлы управления и формирования тактовых импульсов от силовой части ВИП. Для обеспечения требований по массогабаритным показателям блока принято решение разместить все электронные узлы на металлической раме. Данное конструктивное решение позволило наиболее компактно расположить все электронные компоненты, учесть требования по электромагнитной совместимости и разместить транзисторы в корпусе ТО-3 непосредственно на раме, что позволяет рассеивать тепло от транзисторов на металлическое основание в условиях высокой плотности РЭА бортовой системы управления. Конструкция блока ВИП представлена на рис. 1.

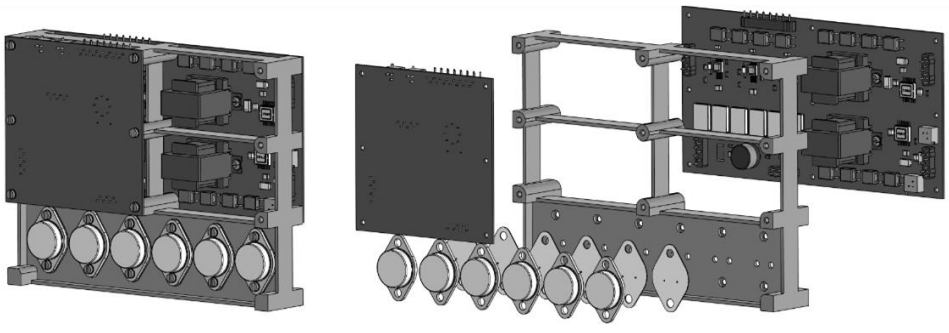


Рис.1. Конструкция блока вторичного источника питания

Проектирование двух ПУ ВИП осуществлялось в системе автоматизированного проектирования (САПР) Altium Designer. Разработка конструкции блока осуществлялась в САПР КОМПАС-3D.

УДК 681.2-5

СЕЧКИН Р.А

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ДИСКРЕТНОГО УСТРОЙСТВА КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ ПРОМЫШЛЕННЫХ БЛОКОВ ПИТАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Производство электрооборудования и радиоаппаратных средств (РЭС) всегда требует наличия источников питания: как внешних, так и интегрированных.

Одним из основных этапов жизненного цикла изделия является ввод в эксплуатацию, который предусматривает настойку и проверку собранного изделия на работоспособность.

Во время проведения тестирования возможен резкий скачок тока в связи с некачественным монтажом, ошибкой работника или иными внешними факторами, приводящими к выходу из строя дорогостоящих компонентов изделия.

Проблема защиты электронных узлов напрямую влияет на надежность устройств, их ресурс, а значит и важное конкурентное преимущество — возможность давать длительную гарантию на продукцию.

Предлагаемое решение представляет собой законченное устройство, питание которого осуществляется от автономного источника 12В, или питания, через порт USB напряжением 5В с максимальным потребляемым ток, 500 мА (рис. 1).

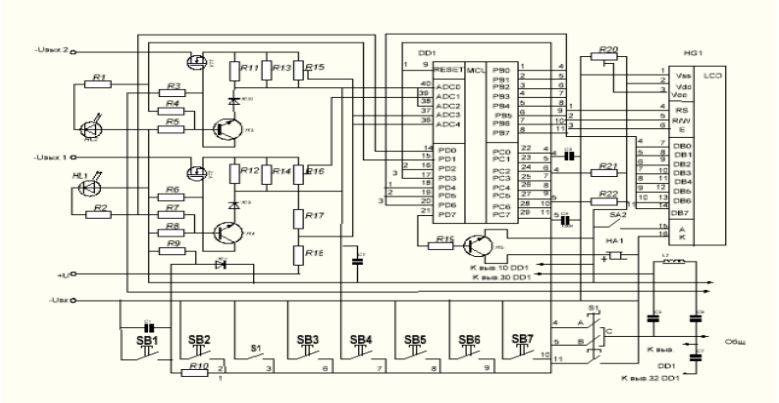


Рис. 1. Схема электрическая принципиальная дискретного устройства контроля и защиты промышленных блоков питания

Первый канал измерения тока образуют резисторы-датчики тока R12, R14. Подстроечный резистор R16 и несимметричный вход АЦП ADC1, второй канал измерения тока - это резисторы R11, R13, Подстроечный резистор R15 и несимметричный вход АЦП ADC3. Нагрузку первого канала подключают между плюсовым зажимом защищаемого источника и зажимом «-Uвых.», а второго канала - между тем же зажимом источника и зажимом «-Uвых.2». Часть напряжения источника с зажима «+U» через делитель напряжения, образованный постоянным резистором R18 и подстроечным резистором R17, поступает для измерения на несимметричный вход АЦП ADC4.

Подстроечные резисторы R15-R17 используют при налаживании для установки на индикаторе HG1 показаний напряжения и тока по образцовым приборам. Каждый из транзисторных ключей, разъединяющих при необходимости нагрузку и контролируемый источник,

состоит из мощного полевого транзистора и управляющего им биполярного транзистора. Здесь могут быть применены полевые транзисторы с пороговым напряжением 2...5 В.

Кратковременная вспышка светодиода HL1 при включении питания (установке в исходное состояние) вызвана тем, что после этого выводы микроконтроллера некоторое время находятся в высокоимпедансном состоянии. В результате по цепи плюс питания - светодиод HL1 - резисторы R2, R7 - эмиттерный переход VT4 - диод VD3 - общий провод (для канала 1) протекает импульс тока. По аналогичной причине вспыхивает и светодиод HL2.

При работе модуля одновременно с включением канала загорается соответствующий светодиод: канал 1 - HL1, канал 2 - HL2.

Для установки порогов срабатывания защиты по току и напряжению служит энкодер S1. Предусмотрена звуковая сигнализация срабатывания защиты по напряжению или току. Для этого служит узел из усилителя на транзисторе VT5 и электромагнитного излучателя звука HA1.

ЖКИ HG1 работает с восьмиразрядной шиной данных, образованной линиями порта B микроконтроллера. На его экран программа выводит информацию об измеренных значениях напряжения и тока, режимах работы устройства [1].

---

1. Салимов, Н. Устройство защитное на микроконтроллере Attiny231// Радио, №4, 2011. - С. 36-38.

УДК 658.562.3

СТЕПАНЦЕВА Т.А., ЛАЗАРЕВА Е.И.

МЕТОДИКА FMEA ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХПРОЦЕССА ЭЛЕКТРОННОГО МОДУЛЯ УСИЛИТЕЛЯ-ФОРМИРОВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Проблема повышения качества и надежности продукции электронных устройств является наиболее актуальной на современном этапе и охватывает все области их производства и применения. При этом для повышения эффективности контроля качества электронных устройств определяющую роль играет прогнозирование их будущих состояний.

Основной проблемой является отсутствие прогнозных методик, либо недостаточная точность их прогнозирования. Поэтому, применение в производстве методики анализа причин и последствий потенциальных дефектов FMEA (Failure Mode and Effects Analysis) является актуальной задачей управления качеством изделий [1].

В данной работе рассмотрена задача повышения качества и надежности электронного модуля, а именно разработка технологической операции его сборки и монтажа с учетом требований, предъявляемых к системе менеджмента качества предприятия в рамках подготовки производства.

Следуя методике FMEA, с учетом замечаний потребителей и назначения продукции, на основе опыта и знаний FMEA-команды, определяются возможные дефекты и последствия потенциальных несоответствий, а затем выполняют экспертный анализ.

Каждый возникающий дефект и его причину оценивают эксперты по шкале от 1 до 10 по следующим критериям: значимость (*S*); возникновение (*O*) и обнаружение (*D*) [2].

На следующем этапе рассчитывается приоритетное число риска (ПЧР) — это произведение значимости *S*, возможности возникновения *O* и обнаружения *D*:

$$\text{ПЧР} = S \times O \times D \qquad (1)$$

ПЧР является индикатором производственного риска , и его значение следует использовать для ранжирования трудностей разработки в виде диаграммы. ПЧР может варьироваться от 1 до 1000.

Для приоритетного числа риска устанавливается критический предел или граница ($ПЧР_{гр}$), которая принимается равной 100 [2].

Например, в технологическом процессе поверхностного монтажа потенциальные последствия в основном связаны с последующими операциями. Таким образом, растекание отпечатков паяльной пасты после ее нанесения вызовут перемычки и мостики припоя после пайки, что приведет к формированию дефектной продукции (ПЧР =7×1×5=35).

При возникновении следующего потенциального дефекта, такого как шарики припоя, последствиями могут быть отсутствие паяного соединения и нарушение контактирования (ПЧР =7×2×7=98). Важно не использовать паяльную пасту с истекшим сроком годности, сократить время между нанесением и пайкой до 2-3 ч, а также соблюдать требования по климатическому режиму в помещении, чтобы не допустить данного дефекта.

На основании изложенного, приходим к выводу, что FMEA анализ и расчет показателей *S, O, D*, ПЧР позволяют существенно повысить качество электронного модуля усилителя-формирователя.

Библиографический список

1. Лазарева, Е.И. Проблемы обеспечения качества электронных средств на приборостроительном предприятии / Е.И. Лазарева, О.Н. Кирсанова // Будущее технической науки: сборник материалов XIX Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород –2020. – С. 98-99.

2. Ануфриев, Л.П. Повышение качества электронных изделий по методике FMEA / Ковальчук Н.С., Ланин В.Л. // Технологии в электронной промышленности. – 2014. – № 8. – С. 70 – 75.

УДК 681.518.5

ШКУИН Н.Н.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ДИАГНОСТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

При управлении сложными приборами автоматики с разнотипными входными и выходными сигналами, в процессе их настройки и проведения контроля на работоспособность используется ручной способ проверки отдельных элементов. Проверка осуществляется несколькими устройствами. Результаты проведенных контрольных измерений, как правило, вручную сохраняются в персональном компьютере сотрудника.

Анализ обобщенных измерительных схем и САК радиоэлектронных средств позволяет сделать вывод о том, что:

– большое количество измерительных приборов: вольтметры, осциллографы и т.д., не соответствуют требованиям диагностического контроля специальных приборов;

– существующие САК не принимают некоторые виды сигналов и не контролируют временные интервалы между сигналами, полученными от тестируемого прибора;

– существующие устройства контроля, запоминая поступившую информацию и формируя предварительный рассчитываемый прогноз, не сравнивают эти значения;

– рассмотренные аналоги не выдают диагностическую информацию при обнаружении ошибок в функционировании проверяемого прибора о неверных временных параметрах.

Таким образом, существует необходимость разработки специального модуля в САК, который реализует возможность выдавать и принимать сигналы заданного формата.

Проектируемое устройство предназначено для настройки и контроля электронных приборов автоматики на различных стадиях разработки и изготовления. Задача системы диагностического контроля заключается в эмуляции взаимодействия контролируемого прибора с внешними системами или приборами по заданным параметрам. С целью повышения достоверности результатов контроля в системы автоматического контроля (САК) вводят цепи самоконтроля. Частичная самопроверка САК осуществляется в процессе функционирования, а полная самопроверка производится перед началом работы, в режиме профилактики или после получения отрицательного результата проверки. Программное обеспечение модуля должно обеспечивать автоматизированный контроль функционирования как самого модуля (самотестирование), так и диагностируемых приборов.

Разрабатываемый TBL-модуль поможет решить следующие задачи:

– обеспечивать прием/передачу информации в последовательном старт-стопном коде;

– иметь возможность централизованного хранения полученных результатов проверок;

– производить обмен информацией в режиме реального времени в формате полного дуплекса через раздельные линии передатчика и приемника;

– иметь разную программно-задаваемую скорость обмена информацией в соответствии с характеристиками подключаемых к линиям приборов;

– осуществлять сопряжение с процессорным модулем через общую шину.

Библиографический список

1. Ерёменко В.Т. Техническая диагностика электронных средств / В.Т. Ерёменко [и др.]. – Орел: ФГБОУ ВПО Госуниверситет - УНПК, 2012. – 157 с.

2. Баканов Г.Б. Основы конструирования и технологии радиоэлектронных средств / [Г.Б.Баканов и др.]; под ред. И.Г.Мироненко. – М.: Академия, 2007. – 368 с.

3. Валов А.В. Микропроцессоры и их применение в системах управления / А.В. Валов. – Челябинск: ЮУрГУ, 2012. – Ч.2. – 81 с.

УДК 621.3

ШМЕЛЕВА К.В., ЛАЗАРЕВ А.Е.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОПТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОГО ПИРОМЕТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Измерение температуры критично для промышленных процессов, где даже небольшие отклонения могут вызвать серьезные проблемы. Бесконтактные пирометры широко применяются благодаря способности измерять температуру объектов без контакта, но их точность требует дальнейшего улучшения и развития методов калибровки [1].

При разработке мобильного пирометра могут возникнуть различные сложности оптической системы. Эффективная оптическая система является ключевым компонентом мобильного пирометра. Необходимо учитывать оптические аберрации, потери сигнала из-за рассеяния и отражения, а также обеспечить достаточное разрешение для точного измерения температуры.

Исследование и разработка оптимальных конфигураций оптических систем для обеспечения максимальной точности и надежности измерений температуры может включать в себя выбор оптических компонентов, определение оптимальной фокусной дистанции, а также минимизацию оптических аберраций.

Оптическая система в мобильном пирометре играет решающую роль в точности и эффективности измерений температуры. Ее задачей является сбор инфракрасного излучения от измеряемого объекта и его фокусировка на датчике, который затем преобразует излучение в сигнал, основанный на температуре объекта.

Перечислим основные аспекты оптимизации оптической системы мобильного пирометра.

- Выбор оптических компонентов. Включает в себя выбор оптических линз, зеркал, оптических фильтров и других элементов, которые могут влиять на качество сигнала и точность измерений. Например, выбор линз с определенной фокусной дистанцией и апертурой для оптимального сбора инфракрасного излучения.
- Определение фокусного расстояния. Данный параметр определяет расстояние между измеряемым объектом и датчиком. Оптимальное фокусное расстояние зависит от размеров и свойств измеряемого объекта, а также требуемой точности измерений.
- Минимизация оптических аберраций. Аберрации, такие как хроматическая, сферическая и кома, могут привести к искажениям и ошибкам при измерениях. Исследование и разработка методов минимизации этих аберраций позволит повысить точность и качество измерений.
- Коррекция геометрических искажений. Геометрические искажения могут возникать из-за неидеальной конструкции оптической системы. Исследование и разработка методов коррекции этих искажений позволит повысить точность и воспроизводимость измерений.

Оптимизация оптической системы мобильного пирометра требует комплексного подхода и инженерных расчетов, чтобы обеспечить максимальную точность и надежность измерений в широком диапазоне условий эксплуатации. Кроме того, важно учитывать потребности конечного пользователя и специфику применения при разработке оптической системы для мобильного пирометра.

---

1. Кечин Е.С. Применение дистанционных датчиков температуры в сканирующем тепловизоре / Долгов А.Н., Демин Д.А., Захаренков А.Д., Лямин Е.А. // Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, инновации. – Нижний Новгород, 2023. - с. 404

УДК621.31

ЮЛИНА Е.А.

АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА СКВАЖИННОГО ПРИБОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА), предназначенная для проведения исследований буровых скважин, является сложной системой, включающей в себя широкий ряд электронных компонентов, которые должны нормально работать в жестких условиях эксплуатации. Проектирование такого типа устройств требует учета множества факторов отрицательно влияющих на надежность. Для скважинных приборов одним из основных факторов является выход тепловых режимов работы электронных компонентов за допустимые

значения в процессе использования. Таким образом, решение задач по исследованию теплового режима электронных устройств являются актуальными.

В данной работе представлен процесс анализа теплового режима усилителя обратной связи (УОС) динамически настраиваемого гироскопа. Данное устройство представляет собой печатный узел и входит в состав скважинного измерительного комплекса, осуществляющего измерение пространственного положения буровой скважины. Условия использования комплекса являются достаточно жесткими, с перепадом температур от минус 40 °С до +100 °С. При данных условиях эксплуатации предъявляются повышенные требования к компонентам электронных устройств и поддержанию оптимальных температурных режимов. Кроме того исследуемый печатный узел (ПУ) является наиболее теплонагруженным в системе, так как на нем размещены выходные усилительные каскады биполярных транзисторов, регулирующие ток в моментной обмотке динамически настраиваемого гироскопа.

Разработка конструкции ПУ УОС выполнена в среде автоматизированного проектирования Altium Designer. Данное программное обеспечение позволило получить детализированную трехмерную модель УОС. Для проведения тепловых расчетов полученная модель экспортирована в систему Ansys Icepak, предназначенную для анализа температурных условий работы электронных компонентов и устройств [1]. По полученным на этапе схемотехнического моделирования значениям мощности рассеивания на радиоэлементах и значениям теплового сопротивления проведена настройка модели. На следующем этапе построена сетка элементов и заданы граничные условия [2].

Моделирование проводилось в нормальных условиях окружающей среды и при повышенных значениях. Так, в первом случае, при внешней температуре 20 °С и наличием конвективного теплообмена, наиболее разогретая зона ПУ расположена в районе транзисторов выходного усилительного каскада и составляет 30,3 °С. Во втором случае, при температуре окружающей среды 100 °С наблюдается схожий результат – основной нагрев происходит на каскаде транзисторов и имеет максимальное значение 115,8 °С.

По результатам моделирования можно сказать, что картины распределения температурных полей по ПУ во всех случаях является нормальной, без резких перепадов, перегрев радиоэлементов и элементов конструкции ПУ не наблюдается, тепловой режим УОС является нормальным, введение дополнительных мер по охлаждению не требуется.

Библиографический список

1. Муромцев, Д.Ю. компьютерные технологии для расчета тепловых режимов и механических воздействий: учебное пособие / Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов – Тамбов: Издательство ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2012. – 88 с.

2. Рыбаков, И.М. Особенности построения анализа модели печатного узла в современных системах инженерного анализа // Труды международного симпозиума «Надежность и качество». – 2015. – Т.1. – С. 179-180.

Подсекция 1.3

Телекоммуникации

УДК 004.67

АВСЯНСКИЙ А.С., СИДОРОВА Е.В.

АЛГОРИТМЫ ПОДБОРА ОБЪЕКТОВ В РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рекомендательная система – это комплекс сервисов и программ, который анализирует предпочтения пользователей и пытается предсказать, что может их заинтересовать.

Задача рекомендательной системы заключается в предоставлении наиболее подходящих и персонализированных рекомендаций конечным пользователям. Основные цели рекомендательных систем включают: улучшение пользовательского опыта, повышение конверсии и продаж, увеличение вовлеченности и удержание пользователей.

Выбор типа рекомендательной системы зависит от специфики сервиса, для которого будут строиться рекомендации, поэтому определяющую роль играет предметная область. На сегодняшний день существует несколько подходов к формированию рекомендаций:

- коллаборативная фильтрация (collaborative filtering recommenders);
- фильтрация на основе содержания (content-based recommenders);
- системы, основанные на знаниях (knowledge-based recommenders);
- гибридная рекомендательная система (hybrid recommenders).

Для сравнительного анализа типов рекомендательных систем были выбраны следующие метрики: RMSE (Root Mean Squared Error, пер. средняя квадратичная ошибка) и MAE (Mean Absolute Error, пер. средняя абсолютная ошибка).

$$MAE = \frac{\sum_{i=1}^{n}|P_i - R_i|}{n}, \qquad RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(P_i - R_i)^2}{n}}$$

При создании рекомендательной системы был использован язык **Python**, который широко используется в аналитике и является одним из основных для построения моделей машинного обучения. Было выполнено построение модели системы рекомендаций коллаборативной фильтрации с тестовым набором данных.

С помощью встроенных функций **Python** и библиотеки **surprise** был произведен расчет и вычислены оценки метрик RMSE и MAE для метода коллаборативной фильтрации, основанной на поиске похожих пользователей (User-based) и на основе оценок объектов от пользователей (Item-based). Полученные результаты представлены на рис.1-2.

```
User Based Collaborative Filtering algorithm result
{'test_rmse': array([0.9794121 , 0.99107881, 0.98727572]), 'test_mae': array([0.77721235, 0.78430869, 0.78104293])
```

Рис. 1. Результаты метрик RMSE и MAE для User-based

```
Item Based Collaborative Filtering algorithm result
{'test_rmse': array([0.99083686, 0.98370217, 0.98274418]), 'test_mae': array([0.78434229, 0.78179335, 0.77692057])
```

Рис. 2. Результаты метрик RMSE и MAE для Item-based

В результате показатели метрик получились схожими, что говорит об одинаковой эффективности методов. Так как оба алгоритма основаны на одной таблице, строки которой представляют пользователей, а столбцы – рекомендуемые сущности, то вывод тождества результата подтверждается.

УДК 004

АЛЕКСЕЕВ В.В., ЕГОРОВ Ю.С., ЧЕКУШЕВА А.Ю., КАЛИНИНА Н.А., ЕГОРОВ В.С.

КОМПЕТЕНТНОСТНАЯ МОДЕЛЬ ПРЕДМЕТНОЙ ОБЛАСТИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ТЕСТИРОВАНИЯ ЗНАНИЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СЕМАНТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА СВОБОДНЫХ ОТВЕТОВ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
ООО «Интерлинк»

Актуальность создания интеллектуальной системы тестирования знаний на основе семантического анализа свободных ответов на естественном языке (ИСТЗ) подтверждается отсутствием применимых на практике универсальных решений для автоматической оценки свободных ответов пользователей на открытые вопросы, что не позволяет автоматизировать и масштабировать процедуры комплексной проверки знаний в информационно-обучающих системах и сдерживает развитие подобных систем, обладающих значительно более высоким потенциалом, чем распространенные системы проверки знаний с закрытыми вопросами [1].

С целью разработки компетентностной модели предметной области обозначим всё множество компетенций: $\boldsymbol{L} = \{l_t\},\ t = 1 \dots T$ тогда каждая из компетенций также состоит из множества индикаторов достижения компетенций $\boldsymbol{K_t} = \{k_{tp}\},\ t = 1 \dots T\ ,\ p = 1 \dots P$. Множество результатов обучения $\boldsymbol{R} = \{r_h\},\ h = 1 \dots H$ соотносится, с одной стороны, с множествами индикаторов достижения компетенций $\boldsymbol{K_t}, t = 1 \dots T$, с другой стороны с множеством учебных курсов (дисциплин) $\boldsymbol{B} = \{b_x\},\ x = 1 \dots X$.

Множество результатов обучения $\boldsymbol{R} = \{r_h\},\ h = 1 \dots H$ включает множество понятий $\mathbf{C} = \{c_1, \dots, c_n\}$, причем отдельный результат обучения r_h может состоять из одного или более понятий c_i.

Каждый учебный курс b_x формирует, как правило, несколько результатов обучения, включая знаниевые и деятельностные компоненты (знания и навыки).

Системы тестирования (в том числе с открытыми вопросами) в большей степени ориентированы на проверку знаниевой компоненты результатов обучения, связанной с множеством понятий. Таким образом, знания, формируемые в процессе освоения обучающимся дисциплины или курса можно представить подмножеством понятий предметной области.

Предложенная компетентностная модель предметной области позволяет провести аналогию с иерархией знаний, предложенными Р. Аккофа.

Возможны два подхода к анализу полученной компетентностной модели:

1) рассмотрение бинарных связей $w_{hi} \in \{0,1\}$ между результатами обучения r_h и понятиями предметной области c_i (аналогично и для других уровней компетентностной модели);

2) учет весов связей $w_{hi} \in [0,1]$ между результатами обучения r_h и понятиями предметной области c_i (аналогично и для др. уровней компетентностной модели).

ИСТЗ может составить основу для реализации интеллектуальной обработки ответов пользователей на открытые вопросы, формулируемых на естественном языке, в составе широко класса информационно-обучающих систем.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 20ГС1ИИС12-D7/71364 от 10.12.2021).

---

1. Дубов М.С., Калинина Н.А., Милов В.Р. Аспекты использования автоматизированного тестирования с открытыми вопросами // Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 74-77.

УДК 004

ВАЙНБАУМ Д.А., ЕГОРОВ Ю.С., ИСАЕВ М.А., МЕЛЬНИКОВ Р.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАСПОЛОЖЕНИЯ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие инфраструктуры для зарядки электромобилей становится всё более актуальным из-за увеличения числа электромобилей и стремления к сокращению выбросов углекислого газа. Оптимальное размещение зарядных станций позволит максимизировать процент удовлетворенного спроса на них, а также повысить эффективность использования ресурсов, улучшить доступ к зарядным станциям для владельцев электромобилей и способствовать развитию экологически чистого транспорта. Это также обеспечивает удобство для владельцев электромобилей и может косвенно увеличить спрос на электромобили.

Разрабатываемая система поддержки принятия решений учитывает различные факторы, такие как плотность населения, местоположение уже существующих зарядных станций (их текущую нагрузку) и парковок, популярность определенных марок электромобилей и другие параметры. Анализ данных и использование алгоритмов машинного обучения позволяют оптимизировать процесс принятия решений и создать эффективную инфраструктуру.

Заправочные станции для электромобилей (ЭЗС) предлагается располагать на существующей дорожной инфраструктуре (парковках, автомобильных заправочных станциях) и рядом с общественными местами [1].

Объединение предполагаемых точек расположения в группы происходит по географическому признаку (классификация с применением метода K-ближайших соседей (KNN). У предполагаемых и уже существующих заправок нагрузка распределяется с учетом плотности населения и нагрузки текущих заправок. Если в городе отсутствуют ЭЗС, то нагрузка от электромобилей прогнозируется только с учетом плотности населения города. Для предсказания нагрузок на существующие заправки учитывается рост электромобилей в городе или регионе в ближайшем будущем.

Достижение оптимального использования предполагаемых ЭЗС осуществляется отбором максимальных по загрузке точек.

Расчет срока окупаемости ЭЗС станции происходит по формуле:

$$N = \frac{C_{\text{эзс}}}{P * t * (C_{\text{з}} - \text{С}_{\text{ээ}}/\eta) * n},$$

где $C_{\text{эзс}}$ – совокупная стоимость ЭЗС (*руб.*); P – мощность ЭЗС (*кВт*); t – время одной зарядки (*ч*); $C_{\text{з}}$ – стоимость 1 кВт*ч заправки (*руб.*); $C_{\text{ээ}}$ – стоимость закупаемой электроэнергии (*руб.*); η – коэффициент, учитывающий потери в подводящей сети (*о.е.*); n – количество заряжаемых электромобилей в день.

Таким образом, разработанная система позволяет учитывать различные факторы, такие как плотность населения, расстояние до жилых районов, наличие инфраструктуры и транс-

портных маршрутов. Внедрение такой системы поможет оптимизировать размещение ЭЗС, обеспечивая удобство для водителей и снижая негативное воздействие на окружающую среду.

---

1. Ильичева И.А., Плоткина У.И. Сравнительный анализ рынка электрозаправочных станций в России и в мире // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли. Сборник трудов всероссийской научной и учебно-практической конференции. В 3-х частях. – Санкт-Петербург, СПбПУ, 2020. С. 333-339.

УДК 004

ГРАДИЛЕНКО А.А., ЕГОРОВ Ю.С., КОРОТЫШЕВА А.А.

РЕКОМЕНДАТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ НА РЕАЛИЗАЦИЮ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Техническое задание (ТЗ) устанавливает основное назначение разрабатываемого программного обеспечения (ПО) информационных систем (ИС), технические характеристики, показатели качества и экономические требования, состав технической документации и др.

Зачастую ТЗ при каждой новой разработке пишется без учета содержания ТЗ предыдущих разработок, что приводит к потере знаний, что в свою очередь, увеличивает временные и материальные затраты на разработку ПО в целом.

Для решения описанных проблем целесообразно разработать рекомендательный алгоритм для поддержки принятия решений при формировании ТЗ на реализацию ИС [1].

В разрабатываемом алгоритме для определения ключевых слов в документе будет использоваться параметр TF-IDF. Чем выше значение данного параметра, чем значимей слово в контексте рассматриваемого текстового документа или коллекции текстовых документов. Важность слова в документе можно измерить частотой его появления. Однако частое возникновение не обязательно делает слово важным, потому что некоторые слова часто встречаются во всевозможных текстовых документах. Важны те слова, которые часто встречаются в указанных документах.

TF (частота слова) – это количество раз, когда слово появляется в документе. Частота слова определяется по формуле:

$$TF = \frac{n_t}{\sum_{i=1}^{k} n_i}.$$

В данном выражении в числителе находится число вхождения слова t в документ, а в знаменателе – общее количество слов в документе.

IDF (обратная частота документа) – инверсия частоты, с которой некоторое слово встречается в документах коллекции. Данный параметр нужен для уменьшения веса широко употребляемых слов.

Обратная частота документа определяется по формуле:

$$IDF = \log \frac{n_c}{\sum_{j=1}^{m} n_j}.$$

В данном выражении: n_c – число документов в коллекции, $\sum_{j=1}^{m} n_j$ – количество документов из коллекции, в которых содержится интересующее слово. Основание логарифма не

играет роли, поскольку изменение основания приводит к изменению веса каждого слова на константу, что не повлияет на их итоговое соотношение.

Итоговая формула для расчёта параметра имеет следующий вид:

$$TF - IDF = TF \times IDF\ .$$

Внедрение модуля поддержки принятия решений на основе разрабатываемого алгоритма в систему формирования ТЗ позволит повысить эффективность формирования ТЗ, а также повторно использовать знания, полученные по результатам предыдущих разработок.

---

1. Градиленко А.А., Егоров Ю.С., Горячева Т.И. Разработка процедур поддержки принятия решений при формировании технического задания на реализацию информационных систем // Сборник материалов XXII Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2023. С. 724-725.

УДК 004

ЕГОРОВ Ю.С., ДУБОВ М.С., ТАБАКОВ И.В., СИДОРОВ Р.А., СЕМЕНЕНКО М.М.

СОЗДАНИЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТАНКАМИ С ЧИСЛОВЫМ ПРОГРАММНЫМ УПРАВЛЕНИЕМ ПОРТАЛЬНОГО ТИПА ДЛЯ НАПЛАВКИ МЕТАЛЛОВ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИМ СПОСОБОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
ООО «Кибернетика»

Объем мирового рынка умных заводов к концу 2024 года достигнет 244,8 млрд долларов. По расчетам аналитиков Markets and Markets, в среднем в обозначенный период до 2024 года рынок будет расти на 9,76% в год. Факторы, стимулирующие рост рынка, включают в себя внедрение промышленных роботов, развитие интернета вещей, появление интеллектуальных решений для автоматизации работ.

Ожидается, что рынок интеллектуальных заводов в России в ближайшие пять лет также будет расти самыми высокими темпами в связи с переходом на отечественную электронику, компонентную базу и программное обеспечение. Это связано с увеличивающейся потребностью в централизации бизнес-данных на предприятиях и отслеживании операций с несколькими предприятиями с помощью анализа данных в реальном времени. Спрос будет расти даже среди малых и средних предприятий, благодаря переходу на экономически эффективные MES-решения для различных процессов и отдельных отраслей промышленности.

Интеллектуальная система управления станками с числовым программным управлением (ЧПУ) портального типа предназначена для оснащения станков с числовым программным управлением портального типа для наплавки металлов полуавтоматическим способом, к которым относятся в т.ч. станки для сварки металлов, станки для 3D-печати металлами, станки для напыления металлов. Благодаря использованию технологий анализа изображения становится возможным управление станком ЧПУ на основе обратной связи, что позволит автоматически корректировать траекторию движения рабочего инструмента. Интеллектуальная система снизит процент брака станочных операций, трудозатраты операторов и время простоя станка, а также позволит автоматизировать технологические процессы малых, средних и крупных промышленных предприятий.

Интеллектуальная система будет объединять в себе контроллер осей, на который подается поток управляющих команд, получаемых из управляющей программы станка (траекторий перемещения рабочего инструмента), скорректированных в системе управления в соот-

ветствии с полученными по средством обратной связи (с камеры) данных – границ расположения заготовки на поле станка, а также угла поворота заготовки на поле станка.

Для работы в 3х мерном пространстве необходимо получать данные о процессе обработки станком каждой заготовки и корректировать подаваемую на контроллер осей станка управляющую программу в режиме реального времени, обновляя траекторию и применяя к ней корректировки в процессе обработки заготовки. В отличие от процесса резки металлов процесс наплавки представляет из себя комбинацию наплавки металла в прогнозируемом диапазоне достаточного большого разброса переноса тела металла на заготовки и факторов стягивания металла от локального разогрева, а также остывания. При больших наплавляемых поверхностях это требует введения корректировок для исправления геометрии получаемой детали с требуемой точностью, на что направлена проектируемая система.

1.Внедрение современных алгоритмических решений для станков с числовым программным управлением Дубов М.С., Метельков Н.А., Егоров Ю.С. В книге: Нейрокомпьютеры и их применение. XVIII Всероссийская научная конференция. Тезисы докладов. 2020. С. 371-372.

УДК 004

ЕГОРОВ Ю.С.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время на этапе проектирования интеллектуальной информационной системы (ИИС) недостаточно объективных данных о ее потенциальной ценности, т.к. либо достаточно близкие аналоги отсутствуют, либо их недостаточно для объективного принятия решения. Кроме того лицо, принимающее решение (ЛПР), не всегда имеет достаточно компетенций для оценки эффекта трансфера передовых технологий при внедрении инноваций.

При сопоставлении нескольких вариантов проектных решений ЛПР необходимо определить критерии сравнительной оценки этих решений так, чтобы все исходные потребности заинтересованных лиц (стейкхолдеров) были учтены, а предлагаемые решения были полезны конечным пользователям [1].

В рамках развиваемого подхода, альтернативой в задаче принятия решений о функциональном составе ИИС является вектор конфигурации $\mathbf{x}$ и соответствующее ему множество отобранных для реализации функциональных возможностей F_S[2].

Целевая функция в задаче концептуального проектирования ИИС определяется выражениями

$$\overline{\boldsymbol{V}}_H(\mathbf{x}) \to \max.$$

Здесь ожидаемая ценность ИИС определяется выражением

$$\overline{\boldsymbol{V}}_H(\mathbf{x}) = P_{\text{у}}(\mathbf{x})V_{\text{у}}(\mathbf{x}).$$

Ценность конфигурации в случае ее успешной реализации

$$V_{\text{у}}(\mathbf{x}) = \sum_{k=\mathbf{1}}^{K} x_k \boldsymbol{v}_k.$$

Вероятность успешной реализации всех функциональных возможностей для конфигурации $\mathbf{x}$ следуя методу PERT определяется в виде

$$P_{\text{у}}(\mathbf{x}) = \Pr\left\{\sum_{k=1}^{K} x_k t_k \le T_R\right\}.$$

Здесь t_k — трудоемкости реализации функциональных возможностей, описываемые PERT распределением.

Конфигурации отбираются с помощью ограниченного перебора, представляющего собой модификацию метода исключения функциональных возможностей.

При принятии решения ЛПР руководствуется максимально возможной ожидаемой ценностью конфигурации, определяемой для допустимой (выделенной) трудоемкости.

Разработка и применение процедур поддержки принятия решений в процессе концептуального проектирования позволит ЛПР, выбрать рациональную конфигурацию ИИС, будет способствовать увеличению ценности разрабатываемого программного обеспечения и повлияет на результаты инновационной деятельности.

Библиографический список

1. Егоров, Ю.С. Аспекты создания интеллектуальных информационных систем критичных по безопасности // Научно-технический вестник Поволжья. - 2023. - № 12. - С. 251-254.
2. Егоров, Ю.С. Подход к принятию концептуальных решений при проектировании интеллектуальных информационных систем // Тезисы докладов XXI Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М: МГППУ. 2023. С. 75.

УДК 004

ИСАЕВ М.А., ЕГОРОВ Ю.С., ВАЙНБАУМ Д.А., МЕЛЬНИКОВ Р.В.

СОЗДАНИЕ СЕРВИСА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗАДАЧ ДЛЯ ВЫЕЗДНЫХ СОТРУДНИКОВ БАНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире финансовые учреждения активно развивают свои агентские сети, чтобы обеспечить удобство и доступность своих продуктов и услуг для клиентов. Контролем и стимулированием работы агентов банка занимаются выездные сотрудники, которые ежедневно получают список задач для посещения объектов партнёра. Эти задачи делятся на уровни сложности с определёнными временными рамками для выполнения.

Большинство банков стремится создать свою автоматизированную систему [1], которая бы могла учитывать сложность задачи, опыт сотрудника, продолжительность рабочего дня и временные затраты на дорогу. Данный сервис позволит оптимизировать рабочий процесс, повысить производительность сотрудников и улучшить качество обслуживания клиентов.

Алгоритм принятия решения по распределению задач решает нелинейную задачу о назначениях, максимизируя количество выполненных работ за день. Алгоритм использует эвристические методы сокращения времени поиска решения. Выбор осуществляется на основе нескольких критериев, каждый из которых имеет свой приоритет. На основе исследований [2] было выявлено, что самым важным критерием является коэффициент соответствия задачи должности сотрудника. Следующим немаловажным критерием является время необходимое на путь сотрудника из текущей точки в следующую. Далее влияние на выбор оказывает коэффициент соответствия задачи навыкам сотрудника и время выполнения задачи.

$$F = a * g + b * t_{\text{п}} + c * s + d * t_{\text{з}},$$

где a – коэффициент важности критерия соответствия задачи должности сотрудника (*о.е.*); g – критерий соответствия задачи должности сотрудника (*о.е.*); b – коэффициент важности

критерия времени пути сотрудника между точками ($o.e.$); $t_п$– критерий времени пути сотрудника между точками ($o.e.$); c – коэффициент важности критерия соответствия задачи навыкам сотрудника ($o.e.$); s – критерий соответствия задачи навыкам сотрудника ($o.e.$); d – коэффициент важности критерия времени выполнения задачи ($o.e.$); $t_з$ – критерий времени выполнения задачи ($o.e.$).

Существующие решения при выборе не предусматривают некоторые критерии, например, соответствие задачи навыкам сотрудника, что может сказаться на результате распределения.

Алгоритм функционирует на основе данных подготовленных до его запуска. Подготовленные данные включают в себя расчет всех расстояний как от офиса до точки выезда, так и между точками выезда. Отличительной чертой алгоритма является возможность учета статистики дорожного трафика и погодных условий, которые влияют на время необходимое на путь сотрудника из текущей точки в следующую.

В результате сервис позволяет оптимизировать распределение задач; уменьшить количество ошибочных решений, учитывая сложность задачи; опыт сотрудника; продолжительность рабочего дня и временные затраты на дорогу.

Библиографический список

1. Махмутова М.В., Квочко А.А. Проблемы внедрения автоматизированных банковских систем // Современное инженерное образование: вызовы и перспективы. Материалы национальной научно-практической конференции. – Магнитогорск, МГТУ им. Г.И. Носова, 2022. С. 215-219.
2. Слепцова Е.В., Нальгиева А.В. Распределение ответственности в организации – ключевая проблема управления персоналом // Экономика и бизнес: теория и практика. – Краснодар, КубГУ, 2019. С. 224-227.

УДК 621.398

КОРАБЛЕВ Е.Д., ЛОГИНОВ В.И., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

СИСТЕМА ПЕРЕДАЧИ КОДОВ В КАНАЛЕ ДИСТАНЦИОННОГО УПРАВЛЕНИЯ МОБИЛЬНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Волжский государственный университет водного транспорта

Для контроля целостности передачи команд в канале дистанционного управления мобильными объектами применяются различные способы. В докладе рассматривается алгоритм расчета битов паритета на основании кодов Хэмминга [1,2]. Данный алгоритм обладает потенциалом самовосстановления принятой битовой последовательности, а также удобен в реализации в случае блочной передачи данных.

Исходное сообщение разбивается на блоки фиксированной длины, и затем, в зависимости от размера блока, рассчитывается установленное число битов паритета, используемых в приемном устройстве для контроля целостности сообщения. В случае, если сообщение доставлено с ошибкой, оно подлежит восстановлению.

Применение данной избыточности используется в модифицированном алгоритме Эль-Гамаля для уточненного контроля передачи открытых ключей, поскольку от них зависит расшифровка сообщения.

Длину одного блока с избыточными битами можно рассчитать по следующей системе уравнений:

$$\begin{cases} x = log_2 n \\ y = 2^x + x + 1, \end{cases}$$

где y – размер блока с битами паритета, x – размерность блока, n – размер блока без битов паритета. К примеру, при длине исходного сообщения в 64 бита, размерности блока в 8 бит, x = 3, размер блока с битами паритета будет равен 12 бит. Соответственно длина сообщения с битами паритета будет равна 96 бит.

В табл. 1 приведены значения коэффициентов в зависимости от размерности блока.

Таблица 1

Степень двойки	Коэффициент зависимости	Длина блок с битами паритета	Длина блока без битов паритета
0	2	2	1
8	1,03515625	265	256
16	1,00025939941406	65553	65536
20	1,00002002716064	1048597	1048576

Как легко видеть, коэффициент зависимости стремится к 1, а длина блока с битами паритета растет нелинейно. Соответственно, можно оценить объем памяти, которую займет в буфере передаваемое сообщение, и насколько избыточным получится размер сообщения. Для этого необходимо размер блока без битов паритета умножить на коэффициент зависимости.

Библиографический список

1. Кнут, Д.Э. Искусство программирования. Т. 2. Получисленные алгоритмы / Д.Э. Кнут. – М.: Вильямс. – 2007. – 832 с.
2. Фергюсон, Н. Практическая криптография / Н. Фергюсон, Б. Шнайер. – М.: Изд. дом «Вильямс». – 2005. – 424 с.

УДК 004

ЕГОРОВ Ю.С., МИЛОВ В.Р., ЖУКОВ С.Н., КОРОТЫШЕВА А.А., ЧЕКУШЕВА А.Ю.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ НЕМАРКИРОВАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ПИТАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Для идентификации немаркированных элементов питания b (от battery) предлагается два этапа обработки информации:

1) детектирование ЭП, включая обнаружение − определение местоположения объектов на изображении и распознавание – бинарная классификация для выделения ЭП среди обнаруженных объектов s (от something);
2) классификация типов ЭП.

Результатом обнаружения ЭП на изображениях I (от Image) является список ЭП. Математически обнаруженные ЭП предлагается описать $(N \times 4)$ − матрицей $\mathbf{L}$ (от Location)

$$\mathbf{L} = \begin{bmatrix} l_{1,1} & l_{1,1} & l_{1,3} & l_{1,4} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ l_{N,1} & l_{N,2} & l_{N,3} & l_{N,4} \end{bmatrix}.$$

Здесь N – количество обнаруженных объектов и соответствующих окаймляющих рамок. Тогда n-я строка матрицы обнаруженных объектов на изображении имеет вид

$$[l_{n,1}, l_{n,2}, l_{n,3}, l_{n,4}] = [x_1(n), y_1(n), x_2(n), y_2(n)],\ n = \overline{1,N},$$

В результате распознавания объектов каждому из них ставится в соответствие оценка уверенности (апостериорной вероятности) $\hat{p}_{\mathrm{A}}(n),\ n = \overline{1,N}$, того, что обнаруженный объект является ЭП, поэтому в результате распознавания формируется *N*-вектор оценок уверенности

$$\widehat{\mathbf{p}}_{\mathrm{A}} = \begin{bmatrix} \hat{p}_{\mathrm{A}}(1) \\ \dots \\ \hat{p}_A(N) \end{bmatrix}.$$

В случае использования методов совмещенной обработки, таких как YOLO, обнаружение и распознавание элементов питания ЭП выполняется без явного разделения на отдельные подэтапы и в этом случае матрица **L** содержит данные об объектах, распознанных как элементы питания, и сопровождается вектором апостериорных вероятностей $\widehat{\mathbf{p}}_{\mathrm{A}}$.

Поэтому этап детектирования можно описать с помощью функции обнаружения

$$\mathbf{L} = f_D(I)$$

и функции распознавания

$$\widehat{\mathbf{p}}_{\mathrm{A}} = f_R(I),$$

где $\widehat{\mathbf{p}}_{\mathrm{A}} = [p_{\mathrm{A}1}, \dots, p_{\mathrm{A}N}]^{\mathrm{T}}$.

На этапе 2 обработки рентгеновских снимков R (от radiograph) выполняется классификация распознанных ЭП. Для этого на вход обученного классификатора подается изображение и параметры рамки, а на выходе формируется матрица

$$\widehat{\mathbf{P}}_{\mathrm{I}} = f_{\mathrm{CI}}(I, L).$$

Поскольку на этапе 1, выполняемой работы ЭП классифицируются на пять классов, то матрица, формируемая в результате классификации $(N \times 5)$-матрица состоит из пяти столбцов

$$\widehat{\mathbf{P}}_{\mathrm{I}} = \begin{bmatrix} \hat{p}_{\mathrm{I}1,1} & \hat{p}_{\mathrm{I}1,2} & \hat{p}_{\mathrm{I}1,3} & \hat{p}_{\mathrm{I}1,4} & \hat{p}_{\mathrm{I}1,5} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ \hat{p}_{\mathrm{I}N,1} & \hat{p}_{\mathrm{I}N,2} & \hat{p}_{\mathrm{I}N,3} & \hat{p}_{\mathrm{I}N,4} & \hat{p}_{\mathrm{I}N,5} \end{bmatrix}.$$

Тогда *n*-я строка матрицы результатов классификации содержит вектор оценок апостериорных вероятностей, принадлежности *n*-го ЭП к каждому из пяти выделенных классов

$$[\hat{p}_{\mathrm{I}n,1} \quad \hat{p}_{\mathrm{I}n,2} \quad \hat{p}_{\mathrm{I}n,3} \quad \hat{p}_{\mathrm{I}n,4} \quad \hat{p}_{\mathrm{I}n,5}],\ n = \overline{1,N}.$$

Окончательное решение выполняется после агрегирования полученных результатов.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 57ГС1ИИС12-D7/72200 от 21.12.2021).

УДК 621.398

КРИТ А.А., ЛОГИНОВ В.И., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

О СХЕМЕ КОДИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ ДЛЯ БЕСПРОВОДНОГО КАНАЛА УПРАВЛЕНИЯ БЕЗЭКИПАЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ

Волжский государственный университет водного транспорта

Основу современных средств защиты и обеспечения целостности информации, передаваемой по беспроводным каналам связи в целях управления безэкипажыми подвижными объектами и обмена данными телеметрии, составляют алгоритмы гаммирования [1] с применением генераторов псевдослучайных последовательностей (ГПСП) [2]. При выборе и использовании того или иного ГПСП существенное внимание уделяется обеспечению заданной криптостойкости и быстродействию.

Применение генераторов псевдослучайных последовательностей с равномерным распределением при шифровании информации предполагает использование динамической смены ключей путем включения в исходный алгоритм ГПСП с целью замены ключа шифрования в каждом блоке. Для этого можно воспользоваться, например, схемой Эль-Гамаля [3,4]. Такой подход позволяет существенного увеличить криптостойкость за счёт динамической смены ключей шифрования.

В табл. 1 в качестве примера приведен порядок значений криптостойкости N_n и длин ключа шифрования при реализации предлагаемой схемы кодирования.

Таблица 1

n	N_n	Длина ключа, бит
4	2^{15}	15
8	2^{35}	35
16	2^{75}	75
32	2^{115}	115

Для контроля целостности доставляемого сообщения применен алгоритм расчета битов паритета на основании кодов Хэмминга. Данный алгоритм обладает способностью к самовосстановлению принятой битовой последовательности, удобен в реализации в случае блочной передачи данных [5].

Библиографический список

1. Кнут, Д.Э. Искусство программирования. Том 2. Получисленные алгоритмы / Д.Э. Кнут Д.Э.. – М.: Вильямс. – 2007. – 832 с.
2. Слеповичев И.И. Генераторы псевдослучайных чисел / И.И. Слеповичев И.И. – Саратов: СГУ. – 2017. – 118 с.
3. Фергюсон, Н. Практическая криптография / Н. Фергюсон, Б. Шнайер. – М.: Изд. дом «Вильямс». – 2005. – 424 с.
4. Шнайер, Б. Прикладная криптография. Протоколы, алгоритмы, исходные тексты на языке Си / Б. Шнайер. – М.: Триумф. – 2002. – 816 с.
5. Крит, А.А. Реализация однопроходных псевдослучайных последовательностей с помощью регистра сдвига с линейной обратной связью методом Галуа /А.А. Крит, Е.Д. Кораблев // Информационные технологии и прикладная математика: сб. статей. – Арзамас. – 2023. – С. 56-61.

УДК 004

МЕЛЬНИКОВ Р.В., ЕГОРОВ Ю.С., ВАЙНБАУМ Д.А., ИСАЕВ М.А.

СОЗДАНИЕ СЕРВИСА РАСПОЗНАВАНИЯ ЛИЦ ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА МАССОВЫХ МЕРОПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире проблема терроризма остается одной из самых актуальных. Террористические акты могут происходить в любой стране, в любом месте и в любое время, а особенно на больших общественных мероприятиях, поэтому важно принимать меры для предотвращения таких ситуаций. Одним из способов борьбы с терроризмом является использование современных технологий искусственного интеллекта, в том числе система распознавания лиц.

На данный момент антитеррористическая борьба на мероприятиях включает в себя следующий основной комплекс мер:

- проверка на входе билета или пропуска;
- проверка наличия оружия, взрывчатки и др.

Данные меры осуществляются вручную и только на входе в здание. Не учитываются такие ситуации, как несанкционированное проникновение и помощь сотрудников здания для получения правонарушителем несанкционированных предметов.

Система должна предоставлять функционал записи личности в базу данных, включая его персональные данные и данные о посещениях, вести учет посещений, нарушений, а также обнаруживать посторонние личности и несанкционированные предметы. Системе необходимо учитывать видеопотоки со всех камер здания, чтобы обнаруживать умышленное проникновение и оружие во всех помещениях, а также сохранять время и место распознавания той или иной личности для легкой идентификации после нарушения.

Алгоритм основного функционала системы можно представить цепочкой последовательных действий:

1. В систему загружаются лица и информация о посетителях мероприятия.
2. Камера с определенной частотой посылает кадр на API системы.
3. API преобразует кадр и обнаруживает объекты.
4. API обращается к базе изображений и классифицирует объекты:
   - если объект существует в базе данных, то система учитывает посещение мероприятия для данного лица, а также информация выводится на экран сотрудника охраны;
   - если объект уже прошел проверку при входе в здание, то учитывается место и время распознавания;
   - если в базе данных нет объекта, обнаруженного на кадре, или же обнаружено оружие, то сотрудники охраны уведомляются о данной ситуации.

Для процесса машинного обучения, а конкретно обнаружения и классификации лиц, используется NodeJS библиотека TensorFlowJS с предобученной моделью MobileNet, содержащей более 1000 классов объектов. В последующем также необходимо оптимизировать модель, ограничив количество распознаваемых классов, обучив ее на распознавание лиц, а также несанкционированных объектов, таких как оружие.

В результате система позволит автоматизировать процесс антитеррористической борьбы на массовых мероприятиях и облегчит процесс расследования нарушений.

---

1. Капелинский Д.А. Разработка программных средств распознавания и сопровождения лица в автоматизированной системе потокового распознавания и сопровождения лиц // Межвузовская научно-техническая конференция студентов, аспирантов и молодых специалистов им. Е.В. Арменского. Материалы конференции. – Москва, НИУ ВШЭ, 2018. С. 65.

УДК 004.62

НАВАЛОВА И.С., СИДОРОВА Е.В.

ГРУППИРОВКА ДАННЫХ: ПОДХОДЫ И МЕТОДИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Кластеризация – это процесс разделения множества объектов на подмножества (кластеры) по предварительно определенным критериям. Кластеризация данных необходима для группировки и анализа большого массива информации.

Для сравнительного анализа методов кластеризации были выбраны следующие алгоритмы: K-Means, DBSCAN и Affinity Propagation.

K-means основан на объединении объектов вокруг центроидов кластера, DBSCAN – на плотности данных, а Affinity Propagation использует идею распространения сходства между объектами.

С помощью встроенных функций Python сгенерируем несколько наборов данных и проведем кластеризацию с помощью исследуемых алгоритмов. Полученные результаты представлены на рис.1.

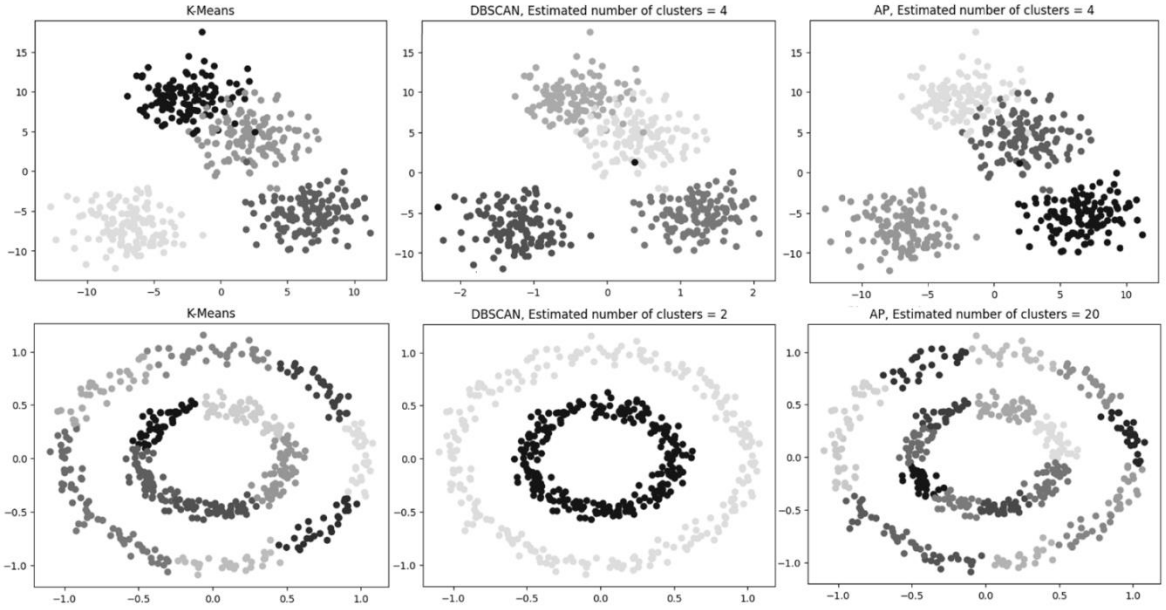


Рис. 1. Работа алгоритмов кластеризации на двух наборах данных

Все алгоритмы успешно справились с кластеризацией датасета с явными группами и правильно распределили объекты между ними. DBSCAN и Affinity Propagation точно определили исходное количество кластеров.

Для второго неоднородного датасета алгоритмы K-Means и Affinity Propagation не смогли эффективно разделить данные, выделив больше групп, чем в исходном наборе. Метод DBSCAN показал лучший результат, идеально определив внутренний и внешний кластеры.

Для оценки качества кластеризации в работе были использованы следующие метрики: скорректированный коэффициент Рэнда, коэффициент силуэта кластера и индекс Дэвиса-Болдина.

УДК 004.738

ПАРАМОНОВ А.С., СОКОЛОВА Э.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛОВ СВЯЗИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВИДОВ МОДУЛЯЦИИ И КОЛИЧЕСТВА УЗЛОВ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Беспилотные летательные аппараты широко применяются для выполнения трудозатратных, рутинных операций, сопряженных с риском получения травм человеком [1]. Наблюдается тенденция отхода от идеи применения малого количества сложных и уникальных аппаратов с централизованным управлением и переход к использованию большого количества простых и модульных аппаратов с децентрализованным [2] сетевым

управлением. Актуально обеспечение непрерывности взаимодействия узлов топологической сети БПЛА, безопасности передачи сигнала между узлами, обеспечения целостности, доступности информации. Для разработки процедуры предотвращения угроз ИБ в системе группового управления БПЛА, необходимо оценить пропускную способность сети в зависимости от количества узлов, для чего воспользуемся аппаратом теории телетрафика.

Служебная информация составляет меньшую часть трафика, поэтому будем рассчитывать характеристики сети исходя из требований передачи видеопотока [3]. Для трансляции видео с качеством 1080p с кодеком H.264 требуется скорость передачи данных (СПД) не менее 4.5 Мбит/с. Для простоты вычислений и резервирования дополнительных бит для передачи служебной информации округлим СПД до целого числа, увеличив информационную ёмкость до 6 Мбит/с. Для качественной передачи важно выбранное константное значение, образуемое изменяемым размером пакета и количеством передач. Если размер одного пакета равен 150000 бит, то в секунду можно передавать 40 п/с. Условие 150000 бит * 40 п/с = 6000000 бит/с выполняется.

Так как при построении системы группового управления требуется хотя бы 3-х кратное резервирование, количество пакетов от всех трех потоков равно 120 пак/с. Также было установлено, что период передачи пакетов равен 8.3333 мс., усреднённое для радиомодулей время настройки антенны равно 1.111 мс., а общее время множественного доступа к каналу при передаче по одному пакету каждым узлом соответствует значению в 7.222 мс. В ходе проведения исследований было выявлено, что для предотвращения пересечения передач требуется задать защитный интервал в 12 мкс. Что дало возможность, зная защитный интервал и длительность слота доступа, получить значение полезного интервала передачи сигнала соответствующее $7.210 * 10^3$ мкс для 10 узлов.

По итогам анализа существующих технологий мультиплексирования, было принято решение использовать технологию цифровой модуляции с большим количеством поднесущих OFDM [4], так как она широко применяется в системах радиопередачи и на её основе удобно реализовывать технологию множественного доступа. В результате выполнения расчётов, было установлено, что оптимальный интервал между поднесущими частотами соответствует 0.139 КГц.

Как известно, множественный доступ происходит в частотно-временной области, а это ресурс, который приходится делить. Единица для определения степени доступности – это ресурсный блок (РБ). Существующий стандарт 3GPP предполагает на один РБ 12 поднесущих частот OFDM [4]. Получив ранее значение ширины защитных интервалов, была вычислена величина частотной ширины всей полосы РБ, а именно, получено значение 1.668 КГц.

После чего, имея количество поднесущих частот на 1 РБ и частотную ширину самого РБ, в ходе выполнения исследовательской работы, были установлены величины частотной полосы для каждого вида модуляции от малопозиционной (2PSK) до многопозиционной (1024QAM) и количества бит на 1 символ $H_{Nузлов}$ для каждой схемы модуляции, которое является просто логарифмом по основанию 2 от позиционности модуляции.

Получение значений кол-ва бит на 1 символ и кол-ва самих символов, позволило получить кол-во бит на 1 РБ по формуле $N_{битРБ} = H_{Nузлов} * N_{поднес.f\ на\ РБ}$ для разных видов модуляции. Получив, в свою очередь, Имея эту величину, было установлено общее количество РБ, в зависимости от вида модуляции путём деления количества бит на количество бит одного ресурсного блока. Так, для вида модуляции 1024QAM требуется 1250 блоков.

В свою очередь, получив значения количества ресурсных блоков и зная ширину частотной полосы одного РБ, путём перемножения этих параметров, была вычислена искомая ширина частотной полосы для всех рассматриваемых видов модуляции и кол-ва узлов сети от 1 до 80. Так для 5 узлов в сети БПЛА и модуляции 2PSK потребуется частотная полоса величиной в 104.72 МГц, а для модуляции 1024QAM и 80 узлов - 191.778 МГц.

Также в ходе проведения научной работы стало очевидно, что имея параметры количества бит, длину слота доступа и требуемую ширину частотной полосы, нетрудно определить, насколько эффективно используется частотная область, а сопоставив длительности слотов и кол-во бит, возможно определить СПД.

Так, для 5 узлов в сети БПЛА, полученные значения спектральной эффективности соответствуют 0.983 бит/с/Гц для модуляции 2PSK и 9.826 бит/с/Гц для модуляции 1024QAM, а скорость передачи данных составляет 69.2 Мб/с для 5 узлов и 1662.12 Мб/с для 80 узлов.

Таким образом, в ходе выполнения научно-исследовательской работы, получены характеристики каналов связи, требуемые для построения системы управления и её аппаратно-программной реализации для диапазона от 5 до 80 узлов в сети БПЛА в зависимости от видов модуляции.

Библиографический список

1.Шамаева, И.И., Пономарев, Д.А., Королева, А.Г. Летающие дроны в сфере логистики // Материалы II международной научно-практической конференции, Ростов-на-Дону, 30 апреля 2022 года. – г. Ростов-на-Дону: Общество с ограниченной ответственностью "Манускрипт", 2022. – С. 269-272. – EDN HDVVBC.

2.Балашенко, И.Н., Горыня, Н.А., Гунько, А.С., Никонов, В.И. Актуальные вопросы управления группой БПЛА // Динамика систем, механизмов и машин. – 2022. – Т. 10. – № 1. – С. 14-17. – DOI 10.25206/2310-9793-2022-10-1-14-17.

3. Д. Девяткин, Оценка пропускной способности сети стандарта LTE // 1234G URL:http://1234g.ru/4g/lte/planirovanie-setej-lte/otsenka-propusknoj-sposobnosti-seti-standarta-lte (дата обращения: 01.03.2024).

4. Угрозы информационной безопасности // Anti-Malware. URL: https://www.anti-malware.ru/threats/information-security-threats (дата обращения 26.01.2024).

УДК 004.77

ПРЯМКОВ М.С., КАЛИНИНА Н.А.

ПЕРЕДАЧА ДАННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ВИДИМОГО СВЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью работы является разработка модуля передачи данных с помощью видимого света. Задачи: сборка аппаратной части, разработка алгоритмов модуляции и демодуляции, оценка работы модуля.

Передача данных с использованием видимого света имеет ряд преимуществ перед другими технологиями беспроводной передачи данных. Во-первых, существует возможность использования существующей осветительной инфраструктуры помещений в качестве сети передатчиков. Во-вторых, данный вид связи имеет больший спектр частот, чем радиопередача[1], что может позволить отсрочить кризис спектра радиочастот.

VLC (Visible Light Communication)[2] – это технология, которая позволяет источнику света, в дополнение к освещению, передавать информацию, используя тот же самый световой сигнал.

VLC использует видимый свет с оптическим спектром. Технология VLC подразумевает модуляцию данных световым потоком видимого света, используя светодиоды.

Для разработки модуля связи на основе VLC была использована частотная модуляция сигнала, воспроизводимого светодиодом. В качестве приемника использован фоторезистор. На рис. 1 можно увидеть, что принято сообщение вида 01001010 в виде байта информации.

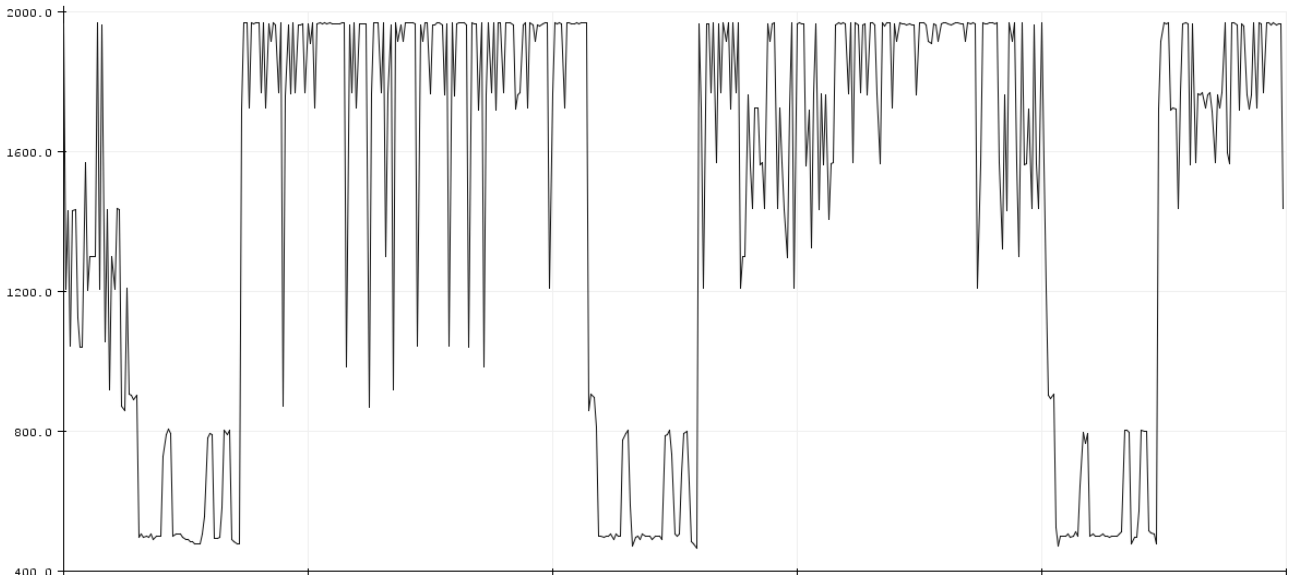


Рис. 1. Отображение рассчитанной приемником частоты принятого сигнала

Сигнал успешно передан передатчиком, принят и расшифрован приемником. В данном модуле биты кодируются следующим образом: стартовый – 900 Гц, 0 – 500 Гц, 1 – 800 Гц. На показанном выше графике четко видно, что все указанные частоты были точно смодулированы и демодулированы.

Библиографический список

1. Гришин И.В., Хричков В.А., Ялунина Т.Р. Перспективы развития беспроводных систем передачи данных на базе светодиодов видимого излучения // Труды учебных заведений связи. 2017. №2.
2. Сушко Р.Е. Технология Li-Fi и её сферы применения // Форум молодых ученых. 2021. №6 (58).

УДК 004

ТАБАКОВ И.В., РУКАВИШНИКОВА А.С., СИДОРОВ Р.А., ЕГОРОВ Ю.С.

РАЗРАБОТКА ИНТЕРАКТИВНОГО ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ ТЕРАПИИ ПОСТТРАВМАТИЧЕСКОГО РАССТРОЙСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ПТСР (посттравматическое расстройство или посттравматический синдром) – это комплекс симптомов, которые возникают на фоне перенесенного стресса. При столкновении с ситуацией, угрожающей жизни или здоровью, когда человек становится жертвой страшного события, его поведение меняется. Постоянное воздействие на психику нервного напряжения, унижения, физического насилия, военных действий, может вызвать ПТСР. Расстройству подвержены люди разного пола и возрастов. Для ПТСР характерны приступы повышенной тревожности, которые проявляются очень ярко. При этом важным фактором является наличие триггеров (раздражителей, напоминающих перенесенный стресс). При ПТСР человек не

помнит многих моментов, случившихся с ним во время стресса. Однако раздражители напоминают ему о неприятных событиях. Человек становится чрезмерно тревожным, беспокойным, агрессивным [1].

Актуальной является разработка интерактивного программно-аппаратного комплекса на основе технологий искусственного интеллекта для терапии ПТСР.

Научно-технический продукт предназначен для распознавания движения глаз пользователя с целью выявления индивидуальных паттернов поведения при ПТСР, что будет способствовать снижению тревожного состояния и более «мягкому» преодолению стресса, как это применяется при терапии расстройства аутистического спектра [2].

Предложенный способ основывается на современных методах глубокого машинного обучения, использующих нейросетевые модели в сочетании с алгоритмами анализа и обработки данных для повышения эффективности, скорости обработки, точности обнаружения и уменьшения скорости обучения для принятия решения.

Принцип работы разрабатываемой системы заключается в следующем. Пациент смотрит в экран или в очки виртуальной реальности, где происходит визуализация различных заданий по методике терапии ПТСР. Система считывает глаза пользователя, отслеживая взгляд и выполняя его анализ согласно паттернам поведения (частота морганий, закрытые глаза и т.п.), фиксируя при этом успешные и неуспешные действия пользователя, собирая статистические данные, на основе которых могут формировать рекомендации для корректировки терапии в соответствии с индивидуальными особенностями пациента.

В рамках разработки проекта предполагается использовать покадровый анализ видеосъемки, когда каждая камера снимает один глаз и регистрирует его движения, пока испытуемый рассматривает визуальный стимул. Устройство для отслеживания взгляда использует контраст между зрачком и радужной оболочкой, который возникает при инфракрасной подсветке. Кроме того, анализируется положение блика инфракрасной подсветки, благодаря чему становится возможным определить ориентацию оптической оси глазного яблока.

Применение программного комплекса, позволяющего распознавать движение глаз пользователя для выявления индивидуальных паттернов поведения при ПТСР, будет способствовать снижению тревожного состояния, более «мягкому» преодолению стресса.

Библиографический список

1. Лечение и диагностика ПТСР [Электронный ресурс] : - Режим доступа: https://uteka.ru/
articles/bolezni/ptsr/ (дата обращения: 20.04.2023).
2. Рукавишникова А.С., Сидоров Р.А., Табаков И.В., Егоров Ю.С. Использование цифрового аватара в процессе терапии расстройств аутистического спектра // Будущее технической науки: сборник материалов XXII Всероссийской молодежной научно-технической конференции. - Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2023. С. 75-76.

УДК 004

ЧЕКУШЕВА А.Ю., ЕГОРОВ Ю.С., ТАБАКОВ И.В., СИДОРОВ Р.А.

ПРИМЕНЕНИЕ АППАРАТА НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ПРИ РАЗРАБОТКЕ ПРЕДИКТИВНОГО ИГРОВОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
ООО «Кибернетика»

Сегодня алгоритмы игрового искусственного интеллекта (ИИ) используются лишь в контексте игрового процесса и контроля игровых механик, не учитывая эмоциональное состояния (ЭС) игрока при поддержании динамики развития событий [1].

Для функционирования системы нечеткой классификации игрового ИИ на начальном этапе с помощью извлечения знаний эксперта-медика сформирована таблица соответствия эмоций и физиологического состояния человека (см. табл. 1).

Таблица 1. **Соответствие эмоций и физиологического состояния**

Эмоция	**Пульс min**	**Пульс max**	**Систолич. давление min**	**Систолич. давление max**	**Диастолич. давление min**	**Диастолич. давление max**
Гнев	80	110	135	150	85	110
Отвращение	75	100	125	145	75	95
Страх	90	130	130	170	90	120
Нейтральное	65	85	120	140	70	80
Грусть	60	75	100	130	60	85
Радость	70	90	125	145	75	95
Удивление	65	80	120	140	80	90

Пределы пульса, при которых регистрируемые данные можно считать не релевантными: нижняя граница – 0-15, верхняя граница – 200-250.

Для учета особенностей организма конкретного игрока на основе статистических данных предложен алгоритм самообучения, обеспечивающий настройку параметров функций принадлежностей правил. Статистические данные, представляющие собой обучающую выборку, включают совокупность значений признаков и классифицированного ЭС: $\mathbf{x}(n), y(n),\ n=\overline{1,N}$, где $\mathbf{x}(n)=[x_1(n), x_2(n), x_3(n)]$, N – объем обучающей выборки.

Быстрый эвристический алгоритм оценки параметров трапециевидной функции принадлежности для каждого признака и каждого ЭС при этом имеет вид:

$$\hat{a} = \min_{n=1,N} x(n),$$

$$\hat{b} = x_{\alpha},$$

$$\hat{c} = x_{1-\alpha},$$

$$\hat{d} = \max_{n=1,N} x(n).$$

Здесь x_{α} и $x_{1-\alpha}$ – квантили уровня α и $1-\alpha$. В качестве начального значения предложено выбрать $\alpha = 0{,}1$. Значение гиперпараметра α может уточняться из условия максимизации точности верификации ЭС на основе обработки статистических данных.

Работа выполнена при поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (договор № 11ГС1НТИС5/43265 от 06.09.2018 г.).

---

1. Кербенева А.Ю., Егоров Ю.С., Алексеев В.В., Чупров Д.А. Разработка предиктивного игрового искусственного интеллекта // Сборник материалов XXV Международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии». – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2019. С. 429-434.

УДК 004

ЯХОНТОВА Я.В., МИЛОВ В.Р., ЕГОРОВ Ю.С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ СЕРВИС НА ОСНОВЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА ПРЕДПОЧТЕНИЙ ПРИ ВЫБОРЕ ЦИФРОВОГО КОНТЕНТА И МЕРОПРИЯТИЙ ПАТРИОТИЧЕСКОЙ НАПРАВЛЕННОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи со сложной геополитической обстановкой в настоящее время актуальным становится вопрос патриотического воспитания молодежи в России. Патриотическое воспитание представляет собой систематическую и целенаправленную деятельность по формированию высокого патриотического сознания, чувства верности своему Отечеству, готовности к

выполнению гражданского долга и конституционных обязанностей по защите интересов Родины [1].

Патриотическое воспитание включает целый комплекс мероприятий, например, таких как проведение классных часов «Разговоры о важном», введение начальной военной подготовки, волонтерское и поисковое движение, а также проведение специальных акций («Бессмертный полк», виртуальные музеи Памяти Великой Отечественной войны и т.д.).

В сложившихся условиях, с одной стороны, существует необходимость по укреплению и развитию системы патриотического воспитания молодежи, с другой стороны, количество цифрового контента и мероприятий патриотической направленности многократно возросло, и в такой ситуации человеку сделать выбор достаточно сложно.

Представляется возможным использовать механизмы рекомендательных систем для решения задачи классификации с целью поддержки принятия решений при выборе цифрового контента и мероприятий патриотической направленности.

Классификация является одной из важнейших задач интеллектуального анализа данных, которая решается с помощью аналитических моделей, называемых классификаторами. В настоящее время разработано большое количество различных видов классификаторов, для построения которых используются как статистические методы (логистическая регрессия, дискриминантный анализ), так и методы машинного обучения (нейронные сети, деревья решений, метод k-ближайших соседей и др.).

Нейронные сети являются непараметрическими моделями, не требующими предположений о вероятностном распределении данных, но при этом и не используют меры расстояний. Это делает их универсальными классификаторами, позволяя получать результаты даже в случаях, когда параметрические и метрические классификаторы не обеспечиваю приемлемого решения.

Интеллектуальный сервис на основе нейросетевого анализа предпочтений должен оказывать помощь пользователю при определении оптимального состава посещаемых мероприятий на основе определенных им приоритетов (интересов), с учетом различных внешних условий (география, возрастная категория и т.п.).

Развиваемая концепция предполагает, что пользователь с помощью интеллектуального сервиса сможет посетить желаемые патриотические мероприятия, а также подобрать цифровой контент, который будет иметь для него максимально возможную ценность [2].

Таким образом, в связи с глобальной неопределенностью, вызванной текущей геополитической обстановкой, целесообразной является разработка отечественного продукта, обеспечивающего возможность развития системы патриотического воспитания как на уровне отдельно взятого региона, так и России в целом.

Библиографический список

1. Постановление правительства РФ от 30 декабря 2015 г. № 1493 «О государственной программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации».
2. Егоров Ю.С. Подход к принятию концептуальных решений при проектировании инновационных информационных систем // XXI Всероссийская научная конференция «Нейрокомпьютеры и их применение» (НКП-2023). – М.: МГППУ, 2023. С. 75.

Подсекция 1.4

Информационные технологии

УДК 004.031.43

АЛЬ-ШАМИРИ Б.А., МАРТЫНОВ Д.С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЯДРО СППР В ТРАНСПОРТНОЙ ЛОГИСТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие государства и его экономики невозможно без развитой транспортной системы. А в эпоху, когда интенсивно развиваются межгосударственные связи, ширится международная экономическая кооперация, роль транспорта становится ещё более актуальной. Транспортные перевозки и задачи качественного развития транспортной сети стали объектом исследования еще в двадцатые года XX века. Толчком к развитию данного направления стало развитие мегаполисов США в контексте задачи создания развитой городской транспортной сети, содержащей в себе не только наземные многополосные дороги но и многочисленные подземные тоннели. Именно из задач проектирования городской транспортной сети с учетом реальной пропускной способности магистралей выросла современная теория массового обслуживания [1].

В рамках системного анализа принято представлять транспортную систему в виде размеченного графа, ветви которого содержат метки, включающие в себя информацию о величине пропускной способности соответствующей ей транспортной магистрали. В классической теории графов имеется большое количество алгоритмов для решения транспортных задач на графах, но, как правило, они ориентированы на решение задач с стационарных условиях. Современная же транспортная логистика требует решения задач в динамически изменяющихся условиях. Это требует и развития математических методов решения задач на графах, и создание специальных программных продуктов, позволяющих автоматизировать процессы ввода информации об изменяющейся структуре транспортной сети и о характеристиках транспортных потоков в онлайн режиме. Одним из классов программных систем, позволяющих решать такие задачи, являются системы поддержки принятия решений (СППР).

Данная работа посвящена изучению вопросов создания интеллектуальных СППР, основанных на использовании много-агентных систем (МАС) [1, 2] и использованию в них алгоритмов на графах. В частности, рассматриваются подходы к параллельной реализации алгоритма Дейкстра.

Библиографический список

1. Городецкий, Прикладные многоагентные системы группового управления / Городецкий, О.В. Карсаев, В.В. Самойлов, С.В. Серебряков // Искусственный интеллект и принятие решений, Ларичев, О.И. Системы поддержки принятия решений. Современное состояние и перспективы развития / О.И. Ларичев, А.Б. Петровский // Итоги науки и техники. Сер. Техническая кибернетика. – Т.21. М.: ВИНИТ, 1987, С. 131-164.

2. Морозова, Ю.А. Мультиагентные системы в логистике: анализ опыта и перспективы. // Логистика и управление цепями поставок. Апрель 2015, №2(67).
3. Саати, Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и её применения / Т.Л. Саати. - М.: Изд-во «Советское радио», 1971. - 520 с.

УДК 004.588

АТЯПШЕВА Т.В., АБРОСИМОВ К.И.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ ИГРЫ ДЛЯ ДЕТЕЙ МЛАДШИХ КЛАССОВ НА UNREAL ENGINE 5

Национальный исследовательский университет ИТМО

Обучающие игры для детей в системе образования являются важной темой, так как с помощью современных технологий можно упростить процесс получения знаний школьниками, повысить их заинтересованность и мотивацию к дальнейшему обучению, а также снизить нагрузку на учителей. Яркие образы, краткость и четкость повествования, игровая форма подачи и закрепления материалов помогут детям младших классов сконцентрироваться на процессе обучения [1].

Игра разрабатывается на движке Unreal Engine 5. Это новый и привлекательный для разработки игровой движок, позволивший расширить возможности проекта с помощью технологий Nanite и Lumen [2]. В рамках разработки одного уровня решались такие задачи, как создание анимаций, интерфейса, игровых моделей и их текстурирование, разработка кода управления персонажем и его взаимодействия со средой, а также множество других задач полного цикла разработки игрового контента. В игре есть система достижений, которая фиксирует успехи ребенка, поощряет и награждает его.

В рамках проекта было проведено исследование и выдвинута гипотеза о том, что игрофикация позволит повысить усваиваемость информации детьми младших классов на примере темы «Съедобные и несъедобные грибы» предмета «Окружающий мир». Были отобраны дети с первого по четвертый класс и разделены на две равные группы. Первой группе детей тему рассказывал учитель, вторая же группа проходила уровень игры, посвященный этой теме. Через неделю всем детям давался тест на проверку остаточных знаний. После этого был посчитан доверительный 95% интервал среднего значения ($Score_{teacher} = 7.05 \pm 0.58$, $Score_{game} = 8.00 \pm 0.4$), проведен тест Левена ($p - value = 0.145$), а затем односторонний Т-тест [3]. Была выдвинута, а затем опровергнута нулевая гипотеза о том, что средний балл в обоих случаях равен при уровне значимости альфа равной 5% ($p - value = 0.004925$).

В результате исследования был проведен анализ существующих решений на рынке обучающих приложений, учтены нюансы работы с целевой аудиторией, подготовлен достаточный объем контента, создан прототип, а также проведено исследование о повышении усваиваемости информации детьми после прохождения уровня игры.

Библиографический список

1. Рабинович П. Д., Заведенский К. Е., Кушнир М. Э. и др. Цифровая трансформация образования: от изменения средств к развитию деятельности // Информатика и образование. 2020. № 5 (314).
2. Джон Доран, Уильям Шериф, Стефан Уиттл "Unreal Engine 4.x Scripting with C++ Cookbook", Packt Publishing, 2023 — 708 с.
3. Гмурман Б. Е. Теория вероятностей и математическая статистика. – Москва «Высшая школа», 2003.

УДК 004.04

БУГРОВА А.М., КОЛЧИН И.Д., МИХАЙЛОВА Е.В., КУЛАГИНА Л.В.

СПОСОБЫ ОБРАБОТКИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ ДЛЯ ПОСЛЕДУЮЩЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ИХ АНАЛИЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большие данные с каждым днем становятся все более важными в современном мире. Они используются в различных областях, включая рекламу, социальные сети, транспорт, медицину, экологию и финансы. Сбор и последующий их качественный анализ больших данных позволяют принимать решения о дальнейшем развитии в рассматриваемой области. Несмотря на полезность больших данных, есть проблемы, связанные со сбором, хранением и использованием такой информации. В этой статье рассмотрены концепция больших данных, методы их обработки, основные проблемы, связанные с их использованием, а также методы их предупреждения.

Большие данные (БД) – это набор информации определенного вида, по своему объему исчисляемый сотнями Гигабайт и постоянно растущий в своих объемах.

Стоит отметить, что единого критерия по определению больших данных среди остальных массивов информации до сих пор не существует[1].

Без сомнений, наборы «Big Data», необходимо отличать: каждый из них служит собственным задачам (например, для обучения нейронных сетей, нам необходим большой объем достоверных и изменчивых данных). Классификация наборов проводится на основании следующих характеристик[2]:

1) Volume – объем данных. Как уже было сказано, такие данные должны увеличиваться в объемах не менее, чем на 150 Гигабайт в сутки;
2) Velocity – соотношение скорости обработки данных и их обновления. Большая скорость обновления данных требует быстрой их обработки;
3) Variety – разнообразие. Множество больших данных может включать в себя документы, фото, тексты и другие данные из большого количества источников;
4) Veracity – достоверность. Понимание объективности данных и их анализа крайне важны;
5) Variability – изменчивость. Некоторые данные имеют свойство меняться в зависимости от времени, сезона или других внешних событий. Чем больше данные изменяются, тем сложнее их анализировать;
6) Value – ценность. Сами по себе данные бесполезны, однако на их основе можно сделать ценные выводы.

Большие данные сами по себе – всего лишь обширный набор разнообразной, зачастую несвязной информации. Чтобы результаты работы с ней были наиболее качественными, прежде чем начать производить анализ, нужно выполнить подготовку: необходимо выделить структуру обрабатываемой информации, удалить нерелевантные и излишние данные, верифицировать их – убедиться, что информация правдива. И, наконец, необходимо нормализовать данные, удалив повторяющуюся информацию.

Как правило, массивы информации представляются в виде таблицы, где каждая строка — это объект, а каждый столбец – его характеристика. Одни и те же данные можно поразному структурировать в таблицу в зависимости от цели анализа. Существует четыре типа переменных в таких таблицах: бинарный, категориальный, целочисленный и непрерывный[3].

1. Бинарный тип данных принимает лишь два значения: 0 или 1. Например, в медицинских сводках, пол: мужской – 0, женский – 1.

2. Категориальный тип принимает целочисленный значения от 1 до N, где N-номер категории. Например, в сводках ГАИ, категории прав.

3. Целочисленный тип представляется целым числом. Например, в описи имущества компании, количество станков/оборудования.

4. Непрерывный – числом со знаками после запятой. Например, в базе данных военно-вооружённых сил, рост и вес солдата.

Необходимо четко понимать тип переменных для того, чтобы последующий алгоритм анализа данных работал корректно.

. Сейчас большие данные крайне популярны – результаты их анализа используются повсеместно[4]:

1) наука использует результаты исследований и показания различных приборов для структуризации полученной информации;

2) маркетинг основывается на статистике запросов и покупок пользователей для того, чтобы рекомендуемые товары наилучшим образом подходили покупателю;

3) транспортная система в городах основывается на результатах анализа передвижений пассажиров между их точками отправления и назначения. Также используются данные о загруженности транспортных сетей в разное время суток;

4) социальные сети используют историю понравившегося пользователю контента для подбора релевантных постов в новостную ленту пользователя;

5) медицина использует большие данные для выявления закономерностей между условиями жизни пациентов и его потенциальными проблемами со здоровьем.

Анализировать большие данные можно различными способами. Разберем каждую классификацию отдельно[5]:

1) нейросети с помощью машинного обучения учатся работать с БД и анализировать их. Используются для прогнозирования поведения процессов и поиска целевой аудитории для контента в социальных сетях и покупателей на маркетплейсах;

2) смешение и интеграция данных используются для приведения разнородной информации из множества источников к единому виду. Они сортируют и структурируют информацию для последующего более точного анализа;

3) Datamining применяется для анализа больших неструктурированных данных для выявления закономерностей и факторов, влияющих на результат;

4) краудсорсинг представляет собой разовое привлечение людей для работы с информацией. Например, он может применяться для анализа социальных опросов. Данные могут быть нечитабельными, сокращёнными или написанным с ошибками – такую информацию гораздо легче разобрать человеку, чем машине;

5) предиктивная аналитика отвечает на вопрос «что может произойти?». Она изучает базы данных и выявляет параметры, влияющие на результат;

6) имитационное моделирование схоже с предиктивной аналитикой, однако в данном случае предсказывается результат при гипотетически параметрах на основе существующих. Например, как изменится объем продаж при изменении цены на товар.

Большие данные – это огромное количество информации, работать с которыми не так и просто. Они занимают колоссальное количество пространства, и оперировать ими в динамических процессах бывает тяжело. Чтобы работать с ними было проще, существуют специальные программы. Такие приложения оптимизированы для работы с массивами данных, поэтому выполняют свои задачи быстро и точно. Рассмотрим наиболее популярный проект для работы с большими данными среди разработчиков программного обеспечения – Apache Hadoop[6]. Он имеет полностью открытый код, бесплатен для использования и включает в себя несколько проектов:

1) Cassandra – это база данных, которая хранит данные в формате таблицы ключ-значение, имеет гибкую схему данных, которая умеет самостоятельно решать конфликты. Вследствие всего этого она обладает отличной масштабируемостью, производительностью и отказоустойчивостью;

2) Hive – самая первая система управления базами данных на платформе Hadoop, но тем не менее широко используется до сих пор. Выполняет запросы SQL поверх основной системы Hadoop;

3) Spark –технология для работы с БД, разработанная для распределенных вычислений в небольших кластерах с помощью оперативной памяти. Такой прием позволил ускорить работу в 10-30 раз относительно Hadoop, сохранив при этом масштабируемость, надежность и поддержку интерактивных запросов с потоковой обработкой.

Использование и обработка БД открывает огромное множество возможностей в области оптимизации процессов и выявления закономерностей. Однако, не все люди имеют добрые намерения. Утечка собранных данных может привести не только к получению злоумышленниками знаний, позволяющих нарушить уже налаженные процессы, но и к потере личных данных, деанонимизации и мошенничеству[7].

К сожалению, такие случаи происходят повсеместно, и от этого не застрахована ни одна компания. Например, «Яндекс» в последнее время сталкивается с утечками данных достаточно часто: весной 2022 года были размещены в сеть данные «Яндекс.Еды»[8], в результате которой стали известны данные пользователей, заказывавших еду с доставкой. А зимой 2023 года в интернете появились исходные коды и данные к ним множества сервисов и программ «Яндекса» общим объемом архивов более 44 ГБ данных[9]. Конечно, с утечками сталкивается не только «Яндекс». Например, компания «Google» в 2018 году из-за ошибки в обновлении сторонних программ, собиравших личные данные пользователей, в сеть попали личные данные более чем 52 млн пользователей соцсети «Google+» по всему миру[10].

В связи с этим встает вопрос: как можно защитить данные? Безусловно, важны общепринятые меры безопасности: программы, защищающие продукт от вирусов и другого вредоносного воздействия. Однако я считаю, что есть еще несколько факторов, по важности находящихся на одном уровне с антивирусами. Необходимо четко следить за тем, кто и как работает с информацией, использовать инструменты контроля доступа, не предоставлять доступ к информации сотрудникам, которым это не нужно непосредственно для работы, а также использовать шифрование данных. Эти меры должны применяться как в отношении работников компании, так и сторонних организаций-партнеров, имеющих определенный доступ.

Для защиты данных составляются юридические документы, определяющие права и обязанности сторон, и устанавливающие правила защиты и неразглашения информации. С работниками нужно регулярно проводить беседы о необходимости защиты данных и опасности разглашения их ради моральной и\или материальной выгоды сотрудника. Системы контроля доступа очень помогают в этом: они предотвращают случайные утечки, однако с умышленными действиями они могут не справиться, и тогда в силу вступает закон о защите конфиденциальной информации.

Большие данные сейчас – большая и важная часть современных технологий. Они приносят огромную пользу во многих областях нашей жизни: от медицины до маркетинга. И для работы с ними существует большое количество способов и методов, быстро и эффективно решающих поставленные задачи. Также важным аспектом БД является сохранение их безопасности в виду конфиденциальности обрабатываемой информации. Для таких целей существует множество специального программного обеспечения, предотвращающего утечки. И дополнительно с этим, немаловажно доносить до рабочих важность сохранения данных в безопасности, чтобы предотвратить халатное или намеренно небезопасное обращение с информацией.

Библиографический список

1. Ефимова М. Анализ больших данных: зачем он нужен и кто им занимается. // Блог Яндекс Практикума. Ссылка на ресурс: https://practicum.yandex.ru/blog/chto-takoe-analiz-bolshih-dannyh/
2. Клейменова Л., Зуйкова В. Что такое Big Date и почему их называют «новой нефтью» // РБК Тренды. Ссылка на ресурс: https://trends.rbc.ru/trends/innovation/5d6c020b9a7947a740fea65c
3. Анналин Ын, Теоретический минимум по big data. Все, что нужно знать о больших данных/ Анналин Ын, Кеннет Су. – Санкт-Петербург: Питер 2019. — 208 с. Ссылка: http://lib.jizpi.uz/pluginfile.php/7006/mod_resource/content/0/Teoreticheskiy_minimum_po_Big_Data_2019_Annalin_Yn_Kennet_Su.pdf.
4. Абрамов Р. Что такое Big Date. Ссылка: https://habr.com/ru/companies/productstar/articles/503580/
5. Шпрингер Е. Технологии big data: как анализируют большие данные чтобы получить максимум прибыли. // Журнал VK Cloud. Сылка: https://mcs.mail.ru/blog/tekhnologii-big-data-kak-analiziruyut-bolshie-dannye
6. Цымблер М. Какие методы и технологии используются для обработки Больших данных // Суперкомпьютеры, №1 (17), 2014, с. 20-23.
7. О'Нил, Кэти. Убийственные большие данные. / Кэти О'Нил. Москва. Издательство АСТ. 2018.-320 с.
8. Айгенд В. Big Data: вся технология в одной книге./ Айгенд В. Москва. Издательство Эксмо, 2018. -375 с.

УДК 004.912

БУШУЕВ Н.С

ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ GOOGLE: ОСНОВЫ GOOGLE DORKS ДЛЯ СТУДЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Введение Google в наш повседневный опыт привело к тому, что доступ к информации стал невероятно простым, но в то же время требует от пользователей умения правильно формулировать запросы и анализировать результаты. Это особенно важно для студентов, которые постоянно сталкиваются с необходимостью искать и оценивать информацию для учебных целей, исследований и проектов. Google Dorks — это набор синтаксиса поисковых запросов, который позволяет пользователям искать определенную информацию в Интернете. Эти запросы используются для идентификации нужной, иногда и конфиденциальной информации, которая обычно не индексируется поисковыми системами[1].

Я хотел бы привести небольшой список полезных команд Google. Среди всех команд расширенного поиска Гугл нас интересуют главным образом вот эти четыре:

site — искать по конкретному сайту;

inurl — указать на то, что искомые слова должны быть частью адреса страницы / сайта;

intitle — оператор поиска в заголовке самой страниц;

define - позволяет получить определения слов из таких источников, как энциклопедий и онлайн-словарей.

Также при создании Дорка надо знать несколько важных операторов, которые задаются спецсимволами:

| — оператор OR он же вертикальный слеш (логическое или) указывает, что нужно отобразить результаты, содержащие хотя бы одно из слов, перечисленных в запросе.

"" — оператор кавычки указывает на поиск точного соответствия.

- — оператор минус используется для исключения из выдачи результатов с указанными после минуса словами.

* — оператор звездочка, или астериск используют в качестве маски и означает «что угодно».

В заключении можно подчеркнуть важность понимания и эффективного использования Google Dorks для студентов. Этот инструмент предоставляет возможность получить доступ к разнообразной и иногда скрытой информации, что может быть крайне полезно для исследований, проектов и учебных целей. Ознакомление с основными командами расширенного поиска и операторами дает студентам преимущество при работе с поисковыми системами, позволяя более точно формулировать запросы и получать релевантные результаты. Однако, важно помнить о законности и этичности использования таких инструментов. Студентам следует использовать Google Dorks только в соответствии с законом и правилами этики, избегая доступа к конфиденциальной информации или нарушения чьих-либо прав и приватности.

---

1. Хамракулов У. Ш., Уралов Э. Ш. Ў. МЕТОДЫ ПОИСКА КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ (ПРИ ПОМОЩИ GOOGLE DORKS) // SAI. 2023. №Special Issue 3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/metody-poiska-konfidentsialnoy-informatsii-pri-pomoschi-google-dorks (дата обращения: 11.02.2024)

УДК 004

ВОЛКОВ В.В., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

О КОНЦЕПЦИИ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ГЛУБИН РЕЧНОГО ФАРВАТЕРА

Волжский государственный университет водного транспорта

Обеспечение безопасности и экономической эффективности речных перевозок на фарватерах судоходных рек напрямую зависит от точной и оперативной информации о глубинах на всем протяжении водного пути. В докладе рассматриваются базовые элементы комплексного подхода к разработке модельно-алгоритмического обеспечения (МАО) системы мониторинга глубин выделенного участка речного фарватера.

1. Автоматизированный сбор батиметрической информации [1] специализированными беспилотными плавсредствами, оснащенных лидарами, эхолотами и системами глобального позиционирования. Такие плавсредства, автономно перемещаясь по выделенному участку фарватера с целью сбора батиметрических данных с заданным линейным шагом, позволяют существенно повысить точность и оперативность сбора информации о состоянии выделенного участка водного пути по сравнению с традиционными методами. При этом в целях оптимизации траектории сканирования, могут применяться различные схемы движения специализированного беспилотного плавсредства.

2. Собранные техническими средствами [2] батиметрические данные обрабатываются и формируются в базе цифровых данных в виде батиметрической 3D-карты [3], наглядно отображающей рельеф и глубины с привязкой к актуальному времени, что позволяет отслеживать изменения глубин фарватера в динамике.

3. Общий доступ к цифровой батиметрической карте, в том числе с помощью веб-интерфейса, может быть реализован через телекоммуникационные сервисы береговых стан-

ций типа АИС и облачные сервисы. Оперативная информация о глубинах может использоваться для корректировки траекторий движения судов в целях обеспечения безопасности плавания.

4. Совокупность батиметрических карт, сформированных с установленным шагом по времени в течение навигационного периода, образует персонифицированный фрагмент базы данных водного пути речного бассейна.

5. Постнавигационный интеллектуальный анализ батиметрических данных может использоваться для обнаружения изменений глубин, вызванных эрозией, дноуглубительными работами или другими факторами. На основе исторических данных о глубинах и других факторах могут быть построены модели прогноза изменения глубин в будущем.

6. Базы данных глубин водного пути предоставляют собой рабочую информацию для различных субъектов речных перевозок, позволяя планировать, в том числе по периодам навигации, дноуглубительные работы, графики движения пассажирских и грузовых судов, оптимизируя загрузку последних.

Библиографический список

1. Берлянт А.М. Батиметрическая карта. URL: https://old.bigenc.ru/geography/text/1864472 (дата обращения 25.04.2024).
2. Технические средства и методы батиметрических исследований. URL: http://sea-technics.ru/tekhnicheskie-sredstva-i-metody-batimetricheskikh-issledovanii (дата обращения 27.04.2024).
3. Хромых, В.В. Цифровые модели рельефа / В.В. Хромых, О.В. Хромых. – Томск: Издательство «ТМЛ-Пресс». – 2007. – 178 с.

УДК 519.876.5

ГЛУМОВА Е.С., ПАВЛОВ А.В., СУДАКОВ О.В.

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖИТЕЛЯ МАЛОМЕРНОГО СУДНА ПО ДАННЫМ ЛАЗЕРНОГО СКАНИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рынок запасных частей, инструментов и принадлежностей для спортивных яхт хорошо развит и предлагает широкий ассортимент товаров. Эта особенность позволяет избежать проблем с поиском и подбором движителей, а также с согласованием эксплуатационных режимов работы пропульсивной установки.

Однако в нашей стране яхтенный спорт остается увлечением ограниченного круга людей. Порог вхождения в этот вид спорта достаточно высок из-за ряда причин, что влияет на отсутствие интереса крупных производителей к этому сегменту рынка в сложных экономических условиях.

Отсутствие серийного производства движителей, рекомендаций по согласованию режимов работы и логистические проблемы, вызванные отношениями с недружественными странами, подтверждают актуальность проблемы отсутствия комплектующих для маломерных судов.

Использование технологий реверсивного инжиниринга может стать основой для создания новых деталей и комплектующих, а также для улучшения существующих [1].

Реверсивный инжиниринг — это процесс создания изделия и технической документации на основе анализа готового изделия [2]. Поскольку при проектировании в машиностроении геометрия нового целевого изделия основана на его первоначальных прототипах, про-

цессы оцифровки и обработки облаков точек, полученных в результате сканирования с последующим созданием моделей САПР, становятся существенно важными.

Реверс-инжиниринг включает следующие этапы:

1) сбор и анализ информации об изделии;
2) получение модели изделия;
3) анализ изделия, получение информации об используемом материале;
4) разработка образца изделия для проведения испытаний и сравнения полученного продукта с объектом реверс-инжиниринга;
5) проведение испытаний изготовленного образца.

В работе описаны первые два этапа обратного проектирования. Ставится задача получения исходных данных для последующего создания трехмерной модели и обработки полученных результатов.

В исследовании описан процесс получения пространственных трехмерных данных с помощью 3D-сканера Creaform HandySCAN BLACK | Elite, методы преобразования облака точек в поверхностную модель, методы создания твердотельной трехмерной модели по полученным данным. В работе описаны как автоматизированные шаги построения геометрической модели, так и процесс ручного моделирования.

Объект сканирования приведен на рис. 1, результат моделирования – на рис. 2.



Рис. 1. Объект сканирования

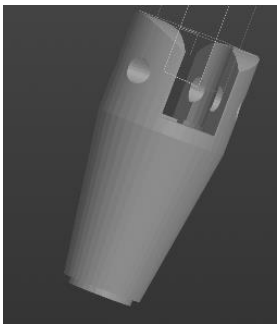


Рис. 2. Результат моделирования

Работа проводилась в различных программных продуктах с целью выявления рекомендаций по шагам восстановления геометрической формы изделия на основе данных лазерного сканирования. Полученное облако точек в формате .STL последовательно импортировалось в САПР-программы российских и зарубежных вендоров, преобразовывалось в поверхность, из которой извлекались эскизы для геометрического моделирования.

Библиографический список

1. Петров Н. В. Применение технологий 3D-сканирования в реверсивном инжиниринге корпусных деталей [Текст] // Н.В. Петров, Н. Ш. Салохидин, Е. Д. Петрова // Вестник Кузбасского государственного технического университета. — 2023. — Том 1. — С. 34.

2. Кугаевский С. С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении : учебно-методическое пособие : Рекомендовано методическим советом Уральского федерального университета для студентов вуза, обучающихся по направлениям подготовки 15.04.05 — Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 09.04.01 — Информатика и вычислительная техника / С. С. Кугаевский ; научный редактор О. Г. Блинков ; Министерство науки и высшего образования Российской Федерации, Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б. Н. Ельцина. — Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2023. — 98 с.

УДК 004.9

ГОВОРУХА А.В., ЗОТОВ А.И., САТАЕВ С.В., БАЛАШОВА Т.И.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВИЗУАЛИЗАЦИИ И АНАЛИЗА ГРАФОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстро совершенствующиеся цифровые технологии требуют от учебных заведений адаптироваться к новым реалиям, предоставляя студентам возможность получения знаний и участия в образовательном процессе независимо от их физического местоположения. В связи с этим в современных условиях становится актуальным эффективное внедрение технологий дистанционного обучения для обеспечения качественного и непрерывного обучения. Программное обеспечение для визуализации и анализа графов, созданное для автоматизации лабораторного практикума по дисциплине «Информационные модели построения АСОиУ», позволяет студентам изучать и анализировать сложные сетевые структуры, проводить исследования и решать задачи, связанные с теорией графов. Такое приложение облегчает взаимодействие между преподавателем и студентами, создавая возможность визуализации результатов в процессе проведения лабораторной работы. В результате выполнения лабораторной работы с использованием данного программного обеспечения студенты могут более полно и всесторонне изучить учебный материал и получить навыки построения графов, матриц смежности и инцидентности.

Для достижения поставленных задач указанных создано программное обеспечение Graph Drawer», которое представляет собой инструмент для создания, визуализации и анализа графов. С его помощью можно строить графы, добавлять вершины и рёбра, а также производить анализ матриц смежности и инцидентности. Программа имеет графический интерфейс (рис. 1), предназначенный для настройки входных параметров и визуализации полученных результатов. Приложение написано на языке программирования Python и может быть использовано в операционной системе Windows.

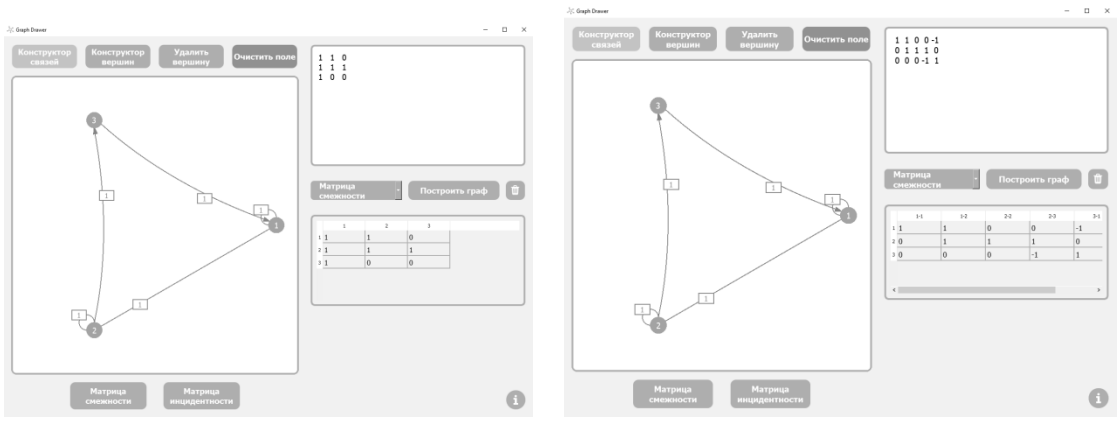


Рис. 1. Скриншоты приложения с выводами матриц смежности и инцидентности

Разработанный программный продукт успешно прошёл апробацию у студентов, обучающихся по направлению подготовки «Информатика и вычислительная техника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

1.Шевелев, Ю. П. Дискретная математика : учебное пособие для вузов / Ю. П. Шевелев. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 592 с.

УДК 004.891.1

ГОГИН Д.А., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДИАГНОСТИКИ НЕИСПРАВНОСТЕЙ АВТОМОБИЛЯ НА БАЗЕ 1С:ПРЕДПРИЯТИЕ 8

Дзержинский филиал ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Развитие автомобильной индустрии приводит к увеличению количества автомобилей на дорогах, что в свою очередь увеличивает спрос на качественное и быстрое обслуживание. Технический осмотр автомобилей становится важным инструментом для поддержания безопасности на дорогах. С проблематикой быстрого и качественного определения неисправности может справиться экспертная система в данной области.

Экспертная система – это вычислительная система, в которую включены знания специалистов о некоторой конкретной проблемной области и которая в пределах этой области способна принимать экспертные решения.

Для разработки экспертной системы в данной области отлично подойдёт 1С:Предприятие. По сравнению с другими специализированными средами, такими как: SWI-Prolog, Clips, Python 1С имеет ряд преимуществ, например: предоставление интегрированной системы для разработки и наглядной визуализации пользовательского интерфейса и базы данных. 1С позволяет загружать данные различные расширения xlsx, csv и т.д. Возможность простой работы с большими массивами данных.

Экспертная система основана на знаниях и опыте специалистов в области автомобилестроения и учитывает все факторы поиска неисправности двигателя и электрики автомобиля. Данная система включает в себя следующие функциональные возможности:

- ввод информации о состоянии автомобиля и его признаках неисправности;
- автоматический анализ данных и выявление возможных неисправностей;
- генерация рекомендации по устранению неисправностей;
- хранение и анализ истории диагностики для выявления тенденций и планирования предупредительных мероприятий.

База знаний данной системы представлена продукционной моделью представления знаний, в основе которой лежит правило следующей конструкции: Если (Набор признаков) То (Неисправность). Например, продукционное правило выглядит следующим образом: Если (Есть связь с воздействием температуры = “Нет”) И (Нарушена изоляция детали = “Нет”) И (Неисправность связана с жидкостью либо с повышенным трением деталей = “Связана с нарушением изоляции масла”) И (Связана со звуком = “Газо-распределительном механизме” И (Проблема в электронике = “Нет”) То (Необходима регулировка или починка ГРМ, возможна плохая изоляция деталей).

Разработанная экспертная система для диагностики неисправностей двигателя и электрики автомобиля при помощи средств среды 1С:Предприятие 8 представляет собой новый подход, способный значительно улучшить эффективность обслуживания автомобилей. Это инструмент, который позволяет автомобильным сервисам оперативно и качественно проводить диагностику и ремонт транспортных средств, что в конечном итоге приводит к увеличению производительности сервисных центров, а также позволит клиентам без помощи СТО устранить неисправности автомобиля.

УДК 621.316.7

ГОГИН Д.А.[1], КЕЧКИНА Н.И.[2]

ВЫБОР СРЕДСТВА ДЛЯ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ УЧЕТА И УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ В ОРГАНИЗАЦИИ ИП «КАФЕ СЕМЕЙНОЕ»

[1]Дзержинский филиал Нижегородского национально-исследовательского университета им. Н.И. Лобачевского
[2]Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Сфера общественного питания в текущее время занимает огромное место в жизни каждого человека и современного общества в целом. Поэтому необходимость создания подобных организаций растёт с потребительским спросом. Так, в посёлке городского типа Ильиногорск появилось ИП «Кафе семейное». Организация столкнулась с проблематикой эффективности ведения бизнеса. Решение данной проблемы может быть реализовано с помощью различного ПО, но необходимо грамотно подойти к его выбору.

ИП «Кафе семейное» работает в сфере общественного питания и представляет собой организацию, предоставляющую клиентам возможность совершать заказ как очно, так и заочно (по телефону или посредством телеграмм бота). В данном кафе работает всего 4 человека и, ежедневно к ним поступает более 50 запросов по всему Володарскому району. В текущей работе будет рассмотрены только области закупок и продаж, так как они отнимают большее количество времени. К примеру, среднее время, затрачиваемое на выполнение 1 заказа, составляет 23 минуты, при этом на 50 заказов уйдёт более чем 19,6 часа. Разработка ИС позволит выработать стратегию для обеспечения эффективного управления бизнес-процессами, а также повысит качество обслуживания клиентов.

При выборе средства для реализации системы учета и управления бизнес-процессами, должны быть учтены не только технические характеристики программного обеспечения, но и его функциональные возможности, степень детализации отчетности, возможность интеграции с другими системами, а также стоимость и условия обслуживания. Сравнивая различные средства реализации, выделяются следующие системы: галактика, мой склад, контур и 1С: Предприятие. 1С: Предприятие имеет ряд преимуществ: высокая скорость работы, что позволяет быстро обрабатывать большие объемы информации и проводить анализ данных; возможность интеграции с другими системами; обеспечивает высокую защиту данных бизнеса; обладает расширенным механизмом прогнозирования и планирования. При этом компания 1С предоставляет типовые конфигурации, такие, как: 1С: Управление торговлей – решение автоматизирует задачи оперативного и управленческого учета, анализа, планирования торговых операций и складской логистики [1, 2]; 1С: Базовая Бухгалтерия – универсальная система для автоматизации бухгалтерского и налогового учета, включая подготовку обязательных (регламентированных) отчетов [1, 2].

Представленные конфигурации имеют ряд недостатков перед нетиповой конфигурацией, которая разрабатывается под конкретные потребности организации. Исходя из всего сказанного, наиболее предпочтительным средством для реализации системы учета и управления бизнес-процессами в организации ИП «Кафе семейное» является 1С:Предприятие,поскольку данная ИС на базе 1С будет полностью удовлетворять потребности различного объёма, также стоит отметить возможность расширения и доработки в зависимости от роста организации.

Библиографический список

1. Описание и возможности 1С:Предприятие 8 // ООО “ПервыйБИТ” URL: https://clck.ru/34BDZm (дата обращения: 17.01.2024).
2. Балданова, Т.С. Введение в 1С: Предприятие 8: учебно-методическое пособие / Т.С. Балданова, О.А. Лобсанова. – Улан-Удэ: БГУ, 2019. – 149 с. – ISBN 978-5-9793-

1427-3. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: https://e.lanbook.com/book/154244 (дата обращения: 28.03.2024).

УДК 004

ДОРМИДОНТОВ М.А.

СИСТЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ СОЗДАНИЯ ТЕСТОВЫХ ЗАДАНИЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ AR-ТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В эпоху беспрецедентного роста объемов тестирования и возрастающих ожиданий, автоматизация процесса создания тестовых заданий становится императивом. На этом фоне технологии дополненной реальности (AR) открывают захватывающие возможности для трансформации процесса создания тестовых заданий. AR позволяет создавать иммерсивные среды, где пользователи могут взаимодействовать с виртуальными объектами, что дает нам мощный инструмент для автоматизации этого сложного и трудоемкого процесса. Эта инновационная система имеет потенциал революционизировать процесс тестирования, повышая эффективность, точность и увлекательность для широкого спектра областей применения. Традиционные подходы к разработке тестов сталкиваются с ограничениями, требуя значительных временных и трудовых затрат, а также подверженности ошибкам.

Разработка мобильного AR-приложения облегчит доступ к самим тестовым заданиям и будет иметь возможность оценивать и предоставлять обратную связь ответственному лицу. Функциональные возможности приложения включают в себя:

- автоматическое извлечение вопросов и ответов из базы данных;
- использование AR-маркера для связывания реального объекта с соответствующим тестовым заданием;
- предоставление интерактивных средств обратной связи и оценки для проверки и улучшения вовлеченности пользователей.

В ходе работы также был добавлен функционал для ответственного лица по созданию и редактированию тестовых заданий в самом приложении.

Преимущества данного приложения:

- автоматизация и последовательность в создании тестовых заданий;
- сокращение времени и усилий, связанных с разработкой и управлением тестами;
- улучшение пользовательского опыта тестируемых с помощью иммерсивного и интерактивного подхода.

Применять данное приложение можно для создания тестовых заданий в различных областей, включая образование, здравоохранение и промышленность. Это позволит пользователям контролировать обучение на рабочем месте и повышать квалификацию, используя ситуационные тесты.

Таким образом, подобная система автоматизации создания тестовых заданий с использованием AR-технологий является крайне перспективным решением для улучшения процесса тестирования. Она может повысить эффективность, точность и увлекательность для различных областей применения.

УДК 004.932.72

БУХНИН А. В., ДУБКОВ И. А.

СОЗДАНИЕ НЕЙРОСЕТИ ДЛЯ АНАЛИЗА МЕСТОПОЛОЖЕНИЯ ПО ФОТОГРАФИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Целью проекта является создание нейросети для определения местоположения по фотографиям, что может быть использовано в области геолокации, навигации, поиска людей,

реагирование на чрезвычайные ситуации и решения экологических проблем. Был составлен список признаков, на которые система будет опираться для определения места съёмки. Он базируется на советах профессиональных игроков в Geoguesser – популярную онлайн игру, основанную на Google Maps, в которой игроки используют данные о местности для определения географических координат локации. Признаки описывают географию, архитектуру, транспорт и природу и включают: 1) географические ландшафты и климатические особенности; 2) архитектуру и строения; 3) транспортные средства и инфраструктуру; 4) природные элементы; 5) людей и культурные особенности; 6) язык и письменность; 7) текстуры и текстурные особенности; 8) характерную культурную архитектуру; 9) уличную мебель и элементы обстановки; 10) освещение и время суток; 11) уникальные объекты культуры; 12) коммерческие предприятия и бренды; 13) граффити и уличное искусство; 14) энергетическую инфраструктуру.

Созданная нейросеть будет обучаться на размеченных данных, связывая используемые визуальные признаки с местоположением. После добавления новых признаков система повторно обучается на расширенном наборе данных и с использованием новых признаков, чтобы улучшить результаты.

На первом этапе работы была создана небольшая база из более 2000 фотографий формата 200x500 пикселей, сделанных при помощи google maps street view, а затем на них была обучена нейросеть с использованием метода опорных векторов. Целью данного эксперимента служит как создание базы фотографий для дальнейшей работы, так и проверка базовой эффективности, которую только можно получить, не используя вышеуказанные признаки и распознавание образов.

В первоначальном эксперименте мы ограничились упрощенной ситуацией, в которой нейросеть должна была определить, была ли фотография сделана в России или нет. Для этого нейросеть была обучена наборе из 2123 фотографий, а затем протестирована на 400 изображениях и 2000 изображениях. В результате обучения была достигнута точность классификации в 54,5% и 49,3%. Этот результат объясняется тем, что нейросеть просто ассоциирует цвета определенных пикселей фотографий с местом съемки. Однако фотографии, сделанные в случайных локациях мира или даже в случайных локациях в России, не могут иметь между собой цветовой связи, так что при большой базе обучения эффективность работы нейросети стремится к 50%, то есть к угадыванию.

Для повышения точности классификации на следующем этапе было решено добавить учет признака «язык и письменность». Для этого использовалась нейросеть с открытым исходным кодом PaddleOCR, которая предлагает широкий спектр функциональных возможностей для определения текста и языка текста на изображениях. Нейросеть верно определяла наличие кириллицы в 90,5% случаев для набора из 240 фотографий, где половина содержала кириллицу. Добавление учета наличия кириллицы привело к увеличению точности с 49,3% до 52% на меньшем наборе из 400 фотографий и до 54,8% на полном наборе из 2000 фотографий. При этом точность определения нахождения в России увеличилась до 58,9%, но точность определения нахождения вне России осталась примерно 50%.

УДК 004

ЕЛИСЕЕВСКИЙ Г.В., ВВЕДЕНСКИЙ Ю.Н., БАЛАШОВА Т.И., КОЛОМАЦКИЙ С.С.

ОПТИМИЗАЦИЯ РАБОТЫ С БАЗОЙ ДАННЫХ В HIBERNATE: СТРАТЕГИИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ N+1 И ВЫБОР АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ПОДХОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Причины возникновения проблемы N+1: анализ основных причин возникновения лишних запросов к базе данных при использовании Hibernate ORM и их влияние на производительность приложения[1].

MyBatis, в отличие от Hibernate, эффективно решает проблему N+1 благодаря возможности явно контролировать загрузку данных с помощью SQL запросов, что делает его более привлекательным вариантом для маленьких проектов, где производительность и простота являются ключевыми факторами[2].

Отказ от Hibernate в пользу JDBC является обоснованным выбором в определенных сценариях разработки приложения, особенно когда требуется прямое управление над запросами к базе данных и оптимизация производительности [3].

В нереляционных базах данных отсутствует проблема N+1, характерная для реляционных баз данных, благодаря особенностям их структуры хранения данных, где, в отличие от реляционных баз данных, отсутствует жесткая связь между таблицами.

Использование native query в Hibernate является плохой практикой из-за риска нарушения портируемости приложения между различными базами данных, увеличения сложности отладки и поддержки кода[1].

Рассмотрение стратегий FetchType в Hibernate на примере учебного проекта[1].

Исследование применения пакетной загрузки (Batch Fetching) для сокращения количества обращений к базе данных на примере учебного проекта[1].

Использование EntityGraph обеспечивает более точный и гибкий контроль над процессом загрузки данных, что способствует повышению производительности и эффективности работы приложения на примере учебного проекта[1].

1.[Электронный ресурс] - https://docs.oracle.com/javase/tutorial/jdbc/

УДК 004.8

ЕЛИСЕЕВСКИЙ Г.В., ВВЕДЕНСКИЙ Ю.Н., БАЛАШОВА Т.И.

ФОРМИРОВАНИЕ БЮДЖЕТА ПРЕДПРИЯТИЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИССКУСТВЕННОГО ИНТЕЛЕКТА ДЛЯ РЕШЕНИЯ АКТУАЛЬНЫХ БИЗНЕС ПРОБЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование ИИ позволяет оптимизировать производственные процессы, анализируя данные и выявляя узкие места для снижения издержек и повышения общей производительности предприятия.

Способность искусственного интеллекта обрабатывать большие объемы данных делает его незаменимым инструментом для точного прогнозирования и управления рисками в динамичном бизнес-окружении, что становится особенно важным в условиях быстро меняющегося рынка.

Использование ИИ в процессе бюджетирования и финансового анализа позволяет значительно упростить и ускорить эти процессы, что в свою очередь обеспечивает более оперативное принятие решений на уровне предприятия.

В работе рассматривается применение искусственного интеллекта для формирования бюджета предприятия на примере кейса отборочного этапа Осеннего кубка Студенческой лиги Международного инженерного чемпионата «CASE IN».

Использование промптов в работе с искусственным интеллектом для анализа вариантов распределения бюджета предприятия способствует выявлению оптимальных стратегий бюджетирования с учетом приоритетов и актуальных проблем. Подчеркнутые рекомендации по отказу от конкретных проектов с обоснованием причин обеспечивают максимальную эффективность использования ресурсов и соответствие стратегическим целям компании.

Всесторонний анализ бюджетных решений при помощи искусственного интеллекта не только оптимизирует распределение средств, но и обеспечивает более глубокое понимание потребностей и приоритетов предприятия.

УДК 004

ЗАВРАЖИНА А.К., НАЖИМОВА Н.А.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ВЫБОРУ СЕМЯН ОГУРЦОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Огурцы содержат много витаминов и минералов, необходимых для здоровья человека. Они являются неотъемлемой частью рациона россиян. Их употребляют в пищу круглый год: добавляют в салаты и солят. Но с началом огородного сезона многие дачники задаются вопросом, какие сорта огурцов сажать, чтобы они порадовали высокой урожайностью, стойкостью к болезням и вредителям. Чтобы облегчить эту задачу, была разработана экспертная система.

```
Kakaia pogoda preobladaet? (good - 0/bad - 1): 0

Kakoi u vas grunt (good - 0/bad - 1): 0

Nujna li xlodoctoikost? (da - 1/net - 0): 0

Nujna li tenevinoslivost? (da - 1/net - 0): 0

Nujna li vetvlenie? (da - 1/net - 0): 0

Sort/gibrid? (sort - 1/gibrid - 0): 0
CLIPS> (run 1)


Uslovia good
CLIPS> (run 1)


Ne priviredliv
CLIPS> (run 1)


Urojai spednii
CLIPS> (run 1)


Sort zakusochnii
CLIPS> (run 1)
```

Рис. 1. Результат выполнения программы

Экспертная система – это компьютерная программа, созданная для помощи в решении сложных задач, требующих анализа множества возможных исходов и предоставляющая рекомендации на основе накопленных знаний и опыта экспертов в конкретной области. Она может частично или полностью заменить специалиста, предлагая обоснованные и взвешенные решения.

База знаний предлагаемой экспертной системы состоит из четырех модулей. Входными переменными являются: погода, грунт, хладостойкость, теневыносливость, сорт/гибрид, ветвление. Первый модуль отвечает за определение того, выращивать ли огурцы в открытом или закрытом грунте. Второй модуль касается способа выращивания. Третий модуль определяет урожайность. Четвертый модуль выдает результаты выполнения программы на основе введенных значений. Правила в базе знаний представлены в продукционном виде (кон-

струкция: если <условие>, то <действие>). Результат работы программы представлен на рис. 1. При введенных данных, получаем гибридный сорт огурцов «Закусочный».

Для создания экспертной системы был использован язык искусственного интеллекта CLIPS. Среда CLIPS разработана специально для работы с продукционными экспертными системами. Он также удобен для человеческого восприятия и позволяет легко описывать сложные алгоритмы и взаимосвязи между различными элементами системы.

Разработанная экспертная система представляет собой мощный инструмент, позволяющий эффективно выбирать огурцы для посадки с учетом всех особенностей дачника. Она помогает сэкономить время, деньги, усилия и обеспечить высокий урожай.

УДК 004.048

ЗАПЛАТИН А.С., ВАЛТУХОВА В.В., МАРТЫНОВА И.А., ОВЧАРЕНКО Е.Ю.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ И ОТСЛЕЖИВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ КОШЕК И СОБАК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Растущее количество видеоданных о животных, собранных с помощью камер видеонаблюдения, дронов и других устройств записи, открывает новые возможности для изучения поведения животных и связанных с ними областей. Однако анализ этих данных вручную является трудоемким процессом и отнимает много времени.

Для разработки программы был использован язык программирования Python в сочетании с моделью глубокого обучения YOLOv8 [1] и базой данных SQLite3. Модель извлекает особенности из видеокадров и предсказывает классовую принадлежность каждого обнаруженного объекта, а также отслеживает объекты во времени и связывает их расположения.

Программа была обучена на наборе данных, содержащем изображения и видеозаписи кошек и собак [2]. Этот набор данных охватывал широкий спектр поз, ракурсов и условий освещения. После обучения программа может классифицировать кошек и собак в режиме реального времени и отслеживать их перемещения на видеозаписях. Пользователь может выбрать, кого конкретно отслеживать: кошек или собак. Этот выбор можно сделать с помощью графического пользовательского интерфейса (GUI) или командной строки. Пользователи также могут регулировать скорость воспроизведения и сохранять результаты отслеживания.

Программа была протестирована на различных видеозаписях кошек и собак в различных условиях. Результаты показали, что программа достигает высокой точности как в классификации, так и в отслеживании (рис. 1).



Рис. 1. Результат работы программы

Разработанная программа может оказаться полезна для научных исследований и автоматизированного анализа видеоданных, например, для изучения поведения и движений диких животных в их естественной среде обитания, отслеживания их численности и для мониторинга их здоровья.

Библиографический список

1. Ultralytics YOLOv8 Docs // Ultralytics YOLOv8 URL: https://docs.ultralytics.com/ru (дата обращения: 04.03.2024).
2. Круглов В.В., Борисов В.В. // Искусственные нейронные сети. Теория и практика. - 2-е изд., стереотип. - М.: Горячая линия-Телеком, 2002. - 382 с.

УДК 004.62

ЗВЕРЕВ Е.С.

РАЗРАБОТКА МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ПОДБОРА ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рынок недвижимости является значительной частью экономики нашей страны, по некоторым оценкам до 6–7% ВВП. В продаже находятся тысячи объектов, из-за чего потенциальному покупателю трудно найти то, что соответствует всем его потребностям. Эта проблема приводит к финансовым потерям, т.к. поиск очень часто занимает значительное время. Многие люди хотели бы иметь инструмент, который максимально упростил бы им этот процесс. Таким инструментом могла бы стать рекомендательная система для подбора объектов недвижимости.

Рекомендательные системы имеют широкую область применения. С ростом количества данных и различных сервисов необходимость в таких системах растёт. В свою очередь информация как о предпочтениях пользователей, так и об искомых объектах, может иметь различные типы: аудио, текст, изображения, видео и так далее. В связи с этим становится актуальным исследование возможности применения мультимодального подхода для построения рекомендательных систем. В рамках этого исследования необходимо будет описать математическую модель для интеграции различных типов данных в единую структуру, удобную для обработки.

Агентства недвижимости и застройщики, как правило, ведут работу со своими объектами в специализированных системах управления взаимоотношениями с клиентами (CRM-системах), предназначенных для автоматизации взаимодействия с заказчиками и упрощения работы с информацией о товарах и услугах. В таких случаях информация имеет различные формы: текст для описания основных характеристик, изображения, например, фотографии интерьера, видео, например, тур по дому, пространственные данные, такие как широта и долгота объекта или его адрес. В свою очередь запрос покупателя также представим в различных формах. Это может быть свободный рассказ клиента с описанием его потребностей в виде текстового сообщения или аудиозаписи (например, звонка), он может содержать примеры фотографий объектов, которые были бы предпочтительны, ограничен определёнными районами города. Другими словами в задаче подбора объектов недвижимости множество модальностей имеют как сами данные объектов, так и потребности покупателя.

В качестве инструмента, решающего поставленную задачу, предлагается мультимодальная рекомендательная система, позволяющая пользователю представлять свои предпочтения в различных формах, таких как сообщения (текст), записи звонков (аудио), примеры фотографий (изображения) и области на карте (пространственные данные). Такая система также может быть интегрирована в CRM для поиска объектов в актуальной базе на каждом этапе взаимодействия с клиентом. В случае данных, представленных свободным рассказом пользо-

вателя, планируется использовать методы обработки естественного языка для определения ключевых слов в тексте. Работа со звуком будет сводиться к переводу аудио в текст с помощью одной из моделей автоматического распознавания речи.

В существующей версии системы реализован модуль расшифровки телефонных звонков. В качестве модели распознавания речи на данном этапе выбрана модель Whisper Large-v2 компании OpenAI. Сейчас ведётся работа над улучшением качества распознавания речи и поиском ключевых слов в расшифровке с помощью методов обработки естественного языка. В дальнейшем планируется создание моделей, учитывающих при подборе объектов изображения (например, фотографии интерьеров квартир) и пространственные данные (например, район города и предпочтительная инфраструктура вблизи объекта, такая как больницы, аптеки или школы).

УДК 004

ЗЕНКИНА Л.А., НАЖИМОВА Н.А.

СОЗДАНИЕ БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ АВТОСАЛОНА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Очевидна необходимость эффективного управления и организации работы автосалонов. Для достижения этих целей требуется хорошо спроектированная база данных, которая будет обеспечивать эффективное хранение и управление информацией об автомобилях, клиентах, продажах и других аспектах деятельности автосалона.

Разработанная база данных предоставляет информацию о наличии автомобилей, их характеристиках, ценах, условиях продажи, а также о сотрудниках, клиентах и их покупках. Это помогает управлять всеми аспектами продажи автомобилей и организации работы автосалона для удовлетворения потребностей клиентов и персонала.

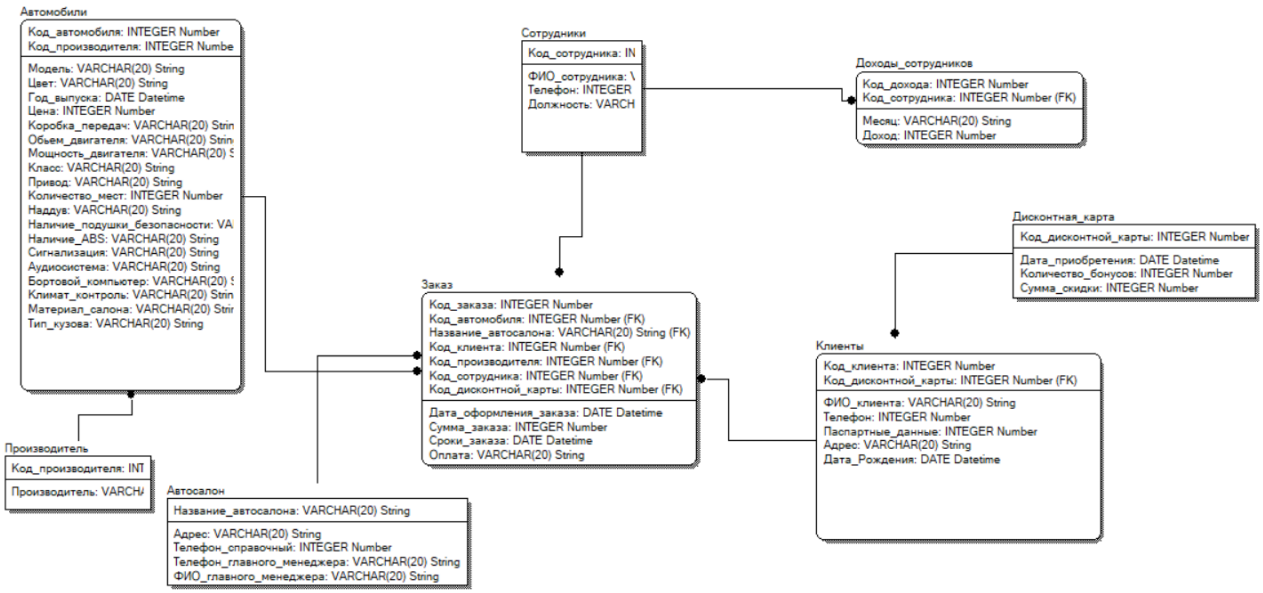


Рис.1. Физическая модель базы данных автосалона

На рис. 1 изображена физическая модель базы данных автосалона. Физическая модель базы данных определяет способ представления данных и содержит все необходимые детали для создания базы данных в СУБД. Она включает в себя названия таблиц и столбцов, типы данных, определения первичных и внешних ключей, а также другие характеристики, необходимые для организации эффективного хранения и обработки информации. Физическая мо-

дель разрабатывается на основе логической модели с учетом ограничений, накладываемых выбранной СУБД. В данной модели представлена схема базы данных автосалона, отражающая структуру и связи между различными сущностями.

Для создания базы данных было использовано CASE-средство ERWin, а в качестве системы управления базами данных (СУБД) был выбран MySQL.

ERWin был выбран из-за удобства его использования при визуальном проектировании баз данных. MySQL является удобным инструментом для управления содержимым и состоянием баз данных различных типов с использованием SQL.

Разработанная база данных автосалона поможет повысить эффективность работы автосалона, сократить рутинные операции, улучшить обслуживание клиентов и увеличить прибыльность бизнеса.

УДК 004

ИСАЕВ М.А., ЕГОРОВ Ю.С., ВАЙНБАУМ Д.А., МЕЛЬНИКОВ Р.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ НА ДОРОГЕ ПУТЕМ РАСПОЗНАВАНИЯ ЗНАКОВ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность системы распознавания знаков дорожного движения обусловлена необходимостью повышения безопасности на дорогах и обеспечения своевременного информирования водителей о дорожных знаках. Такая система, основанная на технологии искусственного интеллекта, позволит автоматически предупреждать водителя о различных дорожных ситуациях, таких как ограничение скорости, запрещающие знаки, знаки приоритета и другие.

Одним из вариантов реализации прототипа является веб-сервис, используемый на мобильных устройствах, закрепленных в автомобиле. Клиент-серверная архитектура приложения включает в себя клиентскую часть (frontend-приложение) и удаленную серверную часть (backend-приложение).

Взаимодействие двух подсистем осуществляется с помощью web-socket. Изображения передаются на сервер, а в ответ возвращается описание распознанных знаков. Результат распознавания сохраняется в базе данных, что позволяет использовать полученные данные для дообучения модели нейросети.

Распознавание знаков дорожного движения состоит из двух этапов: детектирование знаков на фрейме и классификация полученных объектов, полученных на предыдущем этапе.

В результате исследований было проведено сравнение сетей ResNet, YOLO, каскады Хаара, где YOLO показала наименьший процент ошибок на тестовой выборке.

ResNet (Residual Neural Network) – это глубокая нейронная сеть, разработанная для решения проблемы затухания градиента. Она использует концепцию «skip connections» или «residual connections», позволяющую передавать информацию непосредственно от одного слоя к другому, минуя промежуточные слои.

Каскады Хаара – это подход, основанный на машинном обучении, в котором для обучения классификатора используется множество положительных и отрицательных изображений. Положительные изображения - изображения для идентификации. Негативные – изображения, не содержащие объекты для идентификации.

Для данной системы среди моделей YOLOv8n (самая маленькая), YOLOv8s, YOLOv8m, YOLOv8l, YOLOv8x было решено использовать сеть YOLOv8s, так как она удовлетворяла поставленным требованиям: высокая скорость обработки фрейма, при этом нет больших потерь в точности, как было бы с моделью YOLOv8n.

Стандартная модель YOLO не поддерживает распознавание знаков дорожного движения, поэтому была взята предобученная модель, дообученная на основе данных RTSD, содержащих изображения с широкоформатного видеорегистратора. Фотографии сделаны в разное время года и суток в различных погодных условиях. Количество изображений - примерно 180 тысяч. В наборе используется 155 знаков дорожного движения в формате разметки – COCO.

По итогу, модель обучалась на 5 эпохах, с параметром batch равном 6. Точность работы модели составила 0.9, а время распознавания составило примерно около 150 мс, что удовлетворяет требованиям.

---

1. Гурин В.И. Обнаружение и распознавание знаков дорожного движения с использованием методов технического зрения и машинного обучения // Наука без границ. – Москва, МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2020. С. 75-82.

УДК 004.031.43

КАРМАНОВ А.А., БЛОШКИН А.Ю., МАРТЫНОВ Д.С.

УСТРОЙСТВО БЕСПРОВОДНОЙ ОПТИЧЕСКОЙ СВЯЗИ НА ПЛАТФОРМЕ ARDUINO

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Li-Fi (Light Fidelity) представляет собой технологию беспроводной связи, которая использует видимый спектр света для передачи данных. Она была разработана как альтернатива или дополнение к традиционным технологиям беспроводной связи, таким как Wi-Fi. Главным преимуществом Li-Fi является использование света вместо радиоволн для передачи данных. Основной принцип работы Li-Fi заключается в том, что сигналы данных передаются через мигание световых источников, таких как светодиоды. Эти мигания не видимы для глаза человека, но могут быть обнаружены и интерпретированы приемниками Li-Fi. Это позволяет достичь высокой скорости передачи данных, значительно превосходящей скорость Wi-Fi. Одним из ключевых преимуществ Li-Fi является безопасность. Поскольку свет ограничен физическими барьерами, такими как стены, данные, передаваемые по Li-Fi, не могут проникнуть через стены или другие преграды как это может происходить с радиоволнами Wi-Fi. Это делает Li-Fi более защищенным от внешних угроз и перехвата данных. Также Li-Fi имеет высокую иммунитет к электромагнитным помехам, что делает его идеальным решением для использования в помещениях, где электромагнитные волны могут повлиять на качество связи. Кроме того, использование LED-ламп для передачи данных может привести к более энергоэффективному освещению и снижению потребления энергии в целом.

Актуальность Li-Fi заключается в его способности повысить эффективность и безопасность беспроводной связи. С увеличением количества устройств, использующих беспроводные сети, возникает необходимость в более быстром и безопасном способе передачи данных. Li-Fi может решить эти проблемы, обеспечивая высокую скорость передачи данных и защищенное соединение. В будущем Li-Fi может стать альтернативой или дополнением к традиционным беспроводным технологиям, улучшая качество связи и повышая уровень безопасности.

---

1. Петин, В. А. Проекты с использованием контроллера Arduino. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 400 с.: ил.

УДК 004

КИСЕЛЕВ А.А., КЕЧКИНА Н.И.

РЕАЛИЗАЦИЯ АЛГОРИТМА АВТОНОМНОЙ НАВИГАЦИИ БПЛА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В случае потери связи со спутником или базовой станцией по какой-то причине навигация с помощью оператора или систем спутниковой навигации (ГЛОНАСС, GPS и т.д.) становится невозможной. В таком случае определение положения аппарата и, соответственно, его навигацию до цели можно осуществлять только с использованием того оборудования, которое находится на этом аппарате и не связано ни с чем за его пределами, т.е. автономно.

При отсутствии какой-либо внешней связи для навигации аппарата может использоваться только аппаратура, находящаяся на его борту, а также методы навигации, не требующие каких-либо внешних данных. На современных БПЛА для этого в основном используется инерциальная навигационная система (ИНС). Однако использование ИНС приводит к накоплению ошибки навигации в течение всего полета, что снижает эффективность этой системы пропорционально времени её использования.

Для повышения точности автономной навигации был разработан алгоритм, определяющий положение аппарата с помощью снимков местности, получаемых с направленной в сторону земли камеры, установленной на БПЛА. При этом для определения положения изображения, полученные с камеры, сравниваются с загруженными в память аппарата спутниковыми снимками местности. А т.к. координаты определяются по карте, а не на основании предыдущих определённых координат аппарата (как в случае с ИНС), накопление ошибки невозможно и точность навигации не снижается со временем. Точность алгоритма по сравнению с уже существующими методами навигации по изображениям показана в табл. 1.

Таблица 1. **Результаты измерения точности**

Метод	Точность, м/100м
Предложенный метод	~0.526
GNSS-denied geolocalization of UAVs by visual matching of onboard camera images with orthophotos	~2.5
Google Map Aided Visual Navigation for UAVs in GPS-denied Environment	~6.733

Данный алгоритм был реализован и протестирован на различном оборудовании, результаты измерения производительности представлены в табл. 2.

Таблица 2. **Результаты измерения производительности**

Конфигурация оборудования	Абсолютное определение местоположения, кадров в секунду	Относительное определение местоположения, кадров в секунду
Intel Core i3-12100, вычисление на процессоре	~29.9	~59.79
Allwinner H618, вычисление на процессоре	~2.2	~4.35
GeForce GTX 1650, вычисление на видеокарте	~92.29	~184.57
Nvidia Jetson Orin Nano, вычисление на видеокарте	~50	~100

Алгоритм показал свою применимость и возможность, даже на недорогом процессоре (Allwinner H618 стоит около 3000 рублей), точно определять положение аппарата с приемлемой для навигации частотой.

УДК 004.838.2

КОЛЧИН И.Д., БУГРОВА А.М., МИХАЙЛОВА Е.В., КУЛАГИНА Л.В.

БУДУЩЕЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность темы нейронных сетей в наше время не поддается сомнению. Крупные компании выделяют огромные бюджеты на разработку виртуальных ассистентов, генерирующих идеи и музыку, создающих образы, планирующих планы действий, отвечающих на вопросы. По данным «Карта искусственного интеллекта России» за 2021 год в данный момент в России развитием ИИ занимаются 276 компаний, причем это число лишь растет. Мировой рынок машинного обучения также стремительно растет. «в 2021 году он оценивался в 15,44 миллиарда долларов, а благодаря растущему внедрению технологических достижений ожидается, что он вырастет с 21,17 млрд долларов в 2022 году до 209,91 млрд долларов к 2029 году, при среднем показателе в 38,8%», - пишет Data Strategist T. Коробенко.

Такие данные представлены в «Карты искусственного интеллекта России». В связи с этим, как никогда, актуален вопрос: каковы дальнейшие перспективы развития искусственного интеллекта? Что смогут делать «виртуальные помощники» в будущем? Заменит ли нас искусственный интеллект?

Идея создания искусственного интеллекта (ИИ) не нова: сама идея создать программу, которая подражает деятельности человеческого мозга, появилась в начале 50-х годов. С тех пор нейронные сети прошли огромный путь развития и пришли в быт. Рассмотрим примеры применения нейронных сетей в наше время. Одной из первых нейронных сетей, сделавшей эту тему популярной среди масс, стала ChatGPT от компании OpenAI. Изначально ChatGPT – это чат-бот, способный отвечать на вопросы. Однако в последней версии искусственный интеллект научился отвечать на вопросы, связанные с картинками, создавать простые приложения и программы на нескольких языках программирования, генерировать идеи. ChatGPT уже внедряют во многие приложения и даже работу более важных систем. Так, в Токио нейронную сеть внедрят для составления документов и бюллетеней, а Microsoft этом году представила свой обновленный поисковик Bing с чат-ботом на основе ChatGPT.

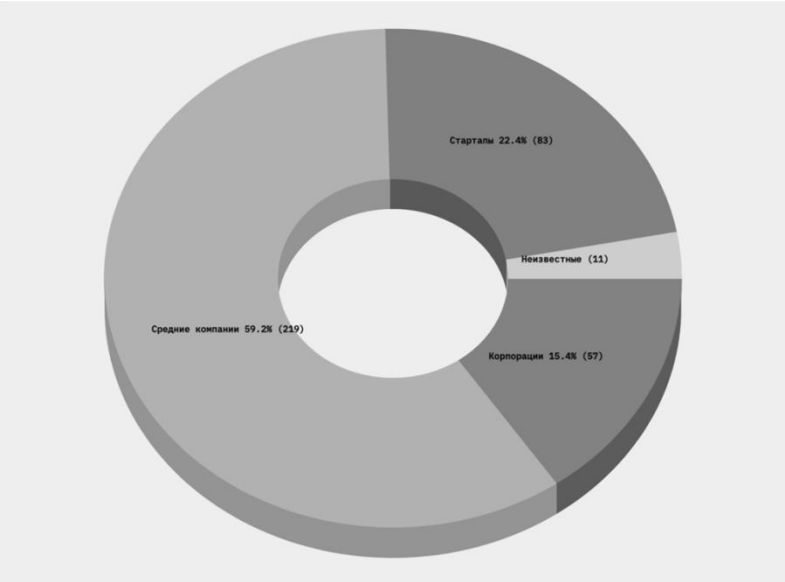


Рис.1. Диаграмма «игроков» в области разработки нейронных сетей за 2021 год.

Разработки в этой области проводятся также и компанией Google. Помимо того, что Google является разработчиком инструментов для создания нейронных сетей (библиотека TensorFlow со встроенным модулем Keras), у компании есть свой ответ вышеупомянутому чат-боту – Palm2. Нейронные сети будут также внедрены и в Gmail (генерация ответов на письма), и в поиск браузера, и универсальный переводчик видео с помощью AI Bard (внедренной в Palm2 модели).

Передовой в этом плане компанией в России является Яндекс. Нейронные сети внедрены практически во все продукты компании: рекомендательные алгоритмы подбирают музыку, согласно предпочтениям пользователя, а также генерируют в реальном времени «нейромузыку» в «Яндекс музыке»; нейросеть, получая звуковую дорожку видео на иностранном языке, способна переводить видео; нейросеть YandexGPT способна приводить краткие пересказы веб-страниц, анализируя информацию, создавать контент, общаться в браузере и док-станции.

Искусственный интеллект в свои продукты внедряет и VK: модель отвечает на вопросы пользователей в службе поддержки, модерирует и рекомендует контент.

Помимо информационных продуктов, нейронные сети используются и в других областях деятельности. Так, в медицине нейронные сети используются для анализа электрокардиограмм, расшифровки компьютерной томографии и магнитно-резонансной томографии, разработке лекарств. ИИ пока не готов заменить врача, но может выявить признаки заболевания или выполнить стандартные операционные процедуры .

ИИ используется для обеспечения информационной безопасности: модель способна обнаруживать угрозы в режиме реального времени, обеспечивать безопасность в «облаках», предотвращать утечку данных, наблюдать за активностью пользователей.

Нейронные сети активно используют в маркетинге для создания таргетированной рекламы, планирования и анализа.

Отдельной категорией можно назвать нейронные сети, генерирующие изображения. Самые известные – Midjourney и Stable Diffusion. Они позволяют создать изображение, исходя из текстового описания, составленного пользователем. В России также известна и нейросеть от Яндекса – Шедеврум. Помимо создания изображений, она позволяет также просматривать публикации других пользователей и оценивать их.

Обученные модели могут так же определять брак на производстве (системы компьютерного зрения), предлагать логистические решения, прогнозировать поведение рынка (например, система Sber Process Mining), создавать дизайны и шрифты (нейросеть Николай Иронов студии Артемия Лебедева).

Несмотря на все достижения в области развития ИИ, человеческий мозг все еще превосходит искусственные нейроны. Люди побеждают машин благодаря «гибкости» разума. Мы можем решать разнообразные задачи, применять креативные методы в поисках ответов, создавать что-то новое. Все вышеперечисленные модели направлены на решение конкретных, узких задач. Причем, они не способны создать что-то принципиально новое. Нейронные сети, основываясь на обучающих выборках, из их компиляции генерируют ответ. Потому выделяют два направления развития: разработка искусственного интеллекта, схожего по функционалу с человеческим («Super AI», «Strong AI») и улучшение работоспособности и эффективности ИИ для использования в узконаправленных целях («Narrow AI»).

Сторонники первой теории развития ИИ указывают на следующие возможные (и уже даже вводимые) добавления: введение нечеткой логики («Fuzzy logic»), развитие импульсных нейронных сетей («Pulsed neural networks») и использование многомерных баз данных.

Введение нечеткой логики в модели предполагает введение выражений из нечетких систем и возможность принятия моделью решений, схожих с человеческими. Самый простой пример – определение температуры на улице. Вам может быть жарко, тепло, прохладно, холодно. Значения не разделяются на 0 («холодно») и 1 («жарко»). Такого результата в нейронных сетях достигают путем введения нестандартной функции определения выходного значе-

ния. Такой алгоритм позволяет сформулировать базу правил, получить подзаключения и вывести заключения в количественном значении.

Импульсные нейронные сети – это нейронные сети нового поколения, обладающие многозадачностью, способные работать с неполными и динамическими данными. Принцип работы таких моделей основан на работе биологических нейронов. Входная информация «возбуждает» нейроны, передавая им импульс. «Выходные» нейроны тоже генерируют импульс. Причем тот нейрон, который активируется первым (перейдет заданное пороговое значение), считается сработавшим, а остальные – нет. После этого сработавший нейрон возвращается в состояние покоя. Благодаря простому устройству (всего два слоя нейронов), такие модели просто обучать, однако совершенного алгоритма обучения до сих пор нет.

Использование многомерных баз данных подразумевает внедрение в модели возможности принять входные данные из многомерного гиперкуба и оперировать ими. Современные нейронные сети нуждаются в предварительной обработке таких данных, в результате чего результат может ухудшаться. Возможность использования многомерных баз данных на данный момент является теоретической.

Сторонники второй теории развития считают, что ИИ нужно совершенствовать для исполнения конкретных действий. В пример будущих разработок приводят машины и самолеты с усовершенствованным автопилотом, индустриальных роботов (способных заменить человека на конвейере), роботов-врачей, ставящих диагнозы и разрабатывающих план лечения, роботов-аналитиков, дающих точные прогнозы поведения финансового рынка, составляющих план действий. Рассматривают также и возможность объединения нескольких моделей в общую экосистему. Так, вице-президент и генеральный менеджер отдела по разработке индустриальных решений Google Эндрю Мур представляет, что несколько моделей смогут составить план вашего путешествия за несколько секунд, причем все это будет осуществлено с помощью цифрового ассистента.

Несмотря на постепенное улучшение и усложнение алгоритмов разработки ИИ в сторону подражания человеческому интеллекту, более вероятным кажется именно второй путь развития. Людям необходимо решать конкретные задачи и проблемы, с которыми справляются и современные машины, однако они могут делать это лучше, быстрее. А для этого не нужен «Super AI». Безусловно, идеи развития ИИ до уровня человеческого интеллекта прогрессивны, но далеко не всегда прогресс совпадает с желаниями потребителя. Здесь действует общий принцип: «Разделяй и властвуй».

Рассмотрим существующие точки зрения вопрос заменимости человека искусственным интеллектом. Первая: ИИ полностью заменит людей. Рано или поздно, появится такой искусственный интеллект, который будет способен на все, что может сделать человек. Однако такой исход событий является маловероятным. Как было сказано ранее, нейронные сети не способны создавать что-то принципиально новое. Их функционал ограничен теми данными, которые присутствовали в обучающей выборке. Поэтому креативные профессии вряд ли будут полностью заменены. Нейронные сети также не могут общаться на любом языке – на это влияет наличие базы данных на этом языке – лингвисты могут быть спокойны. Невозможно сделать модель доступной для всей планеты – не позволят этому случиться диалекты. Нейронные сети также не способны на чувственное переживание, они не имеют эмоций. Потому и теории о «завоевании мира» являются фантастикой. Конечно, можно предположить, что все эти проблемы будут когда-то решены, но произойдет это совсем не скоро (если это вообще возможно).

Вторая теория звучит куда правдоподобнее: как промышленный переворот в свое время вызвал недовольство и панику, подобную реакцию вызовет и внедрение новых технологий в рабочие процессы. Усовершенствование ИИ создаст дефицит рабочих мест с низкой и средней квалификацией, зато появится высокий спрос на высококвалифицированных работниках. Появится нужда в кадрах, использующих новые технологии. Такие люди смогут гораздо эффективнее и качественнее выполнять задачи. Останется нужда и в тех, кто сможет

обслуживать модели, контролировать их работоспособность, улучшать. Прогресс не стоит на месте, люди должны будут адаптироваться и приспособиться к нуждам своего времени.

В ближайшем будущем искусственный интеллект точно не заменит людей. Компании заинтересованы в том, чтобы нейронные сети, наоборот, служили людям и делали их жизнь проще. Разработка «абсолютного» ИИ ведется, но большинство идей пока что остаются теоретическими, и воплощения в жизнь пока не претерпели.

Нам же стоит ожидать еще большего внедрения моделей искусственного интеллекта в нашу жизнь. Не только в наши устройства, но и в общественном транспорте, в учебных учреждениях, на местах работы вскоре будут внедрены нейронные сети. Нам стоит начать учиться пользоваться нейронными сетями, ведь именно с ними человечеству предстоит «тесно сотрудничать» в будущем.

Библиографический список

1. Пивоваров И. Карта искусственного интеллекта России. / С. Кукаев, Н. Гутенева, Л Картушин, Е. Чинарина, И. Северов, А. Пивоварова, М. Сысоев. Материалы открытой конференции по искусственному интеллекту OpenTalks.AI, 17-18 февраля 2022 года г. Москва.
2. Коробенко Т. Machine learning statistics. https://www.itransition.com/machine-learning/statistics
3. Арбузова А. Зачем городские власти Токио внедрят ChatGPT в работу чиновников. https://trends.rbc.ru/trends/industry/648877bb9a79474a5fa45221
4. Федоренко П. ИИ-новинки, которые показали на Google I/O 2023. https://tproger.ru/articles/ii-novinki-kotorye-pokazali-na-google-i-x2f-o/
5. Боброва Т. «Яндекс» добавил автоматический перевод любых англоязычных видео в YouTube и других сервисах в «Браузере». https://vc.ru/services/290724-yandeks-dobavil-avtomaticheskiy-perevod-lyubyh-angloyazychnyh-video-v-youtube-i-drugih-servisah-v-brauzere
6. Лезайренко Д. YandexGPT научился кратко пересказывать тексты: как воспользоваться функцией. https://journal.tinkoff.ru/news/yandexgpt-summary/
7. Нестер Р. Искусственный интеллект и большие данные ВКонтакте от первого лица. Интервью с Павлом Калайдиным (видео и тезисы).[Электронный ресурс]: vc.ru. Опубликовано: 19 марта, 2020. https://vc.ru/services/151417-iskusstvennyy-intellekt-i-bolshie-dannye-vkontakte-ot-pervogo-lica-intervyu-s-pavlom-kalaydinym-video-i-tezisy
8. Куцин И.Ю., Беленок К.С., Глущук Д.Д. Искусственный интеллект в медицине: ожидания и вызовы (философский и социокультурный аспекты) // Научный вестник Омского государственного медицинского университета. 2021. Т. 1. №3. С. 158-168. https://science-med.ru/articles/3/Vestnik1-3-1-159-169.pdf#:~:text=В%20настоящее%20время%20ИИ%20использу-ется,консультанта%20для%20поддержания%20собственного%20здоровья
9. Mike Thomas. The Future of AI: How Artificial Intelligence Will Change the World. https://builtin.com/artificial-intelligence/artificial-intelligence-future
10. Sachin Lakra, T.V.Prasad, G. Ramakrishna. The Future of Neural Networks. https://www.researchgate.net/publication/230899572_The_Future_of_Neural_Networks
11. Рыбанов А.А. Методы анализа нечеткой информации: курс лекций. [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Рыбанов, М.В. Фадеева; ВПИ (филиал) ВолгГТУ, – Волжский, 2019. – Режим доступа: https://habr.com/ru/articles/746762/
12. Alex Graves, Santiago Fernandez, Jurgen Schmidhuber. Multi-Dimensional Recurrent Neural Networks https://arxiv.org/pdf/0705.2011v1.pdf
13. Andrew Moore. AI 2030: What to expect, and five areas for investment, from our head of AI. https://cloud.google.com/blog/transform/ai-2030-andrew-moore-five-areas-to-invest-in-ai

УДК 004.031.43

КОМАРОВА А. М., МАРТЫНОВ Д .С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ЯДРО ДЛЯ СИСТЕМЫ «УМНЫЙ УЛЕЙ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современно сельское хозяйство, как и промышленность, постепенно становится высокотехнологичных: выращивание в промышленных масштабах сельскохозяйственной продукции — это очень сложных процесс, требующий оперативной обработки большого количества данных о состоянии объекта производства. В Российской Федерации происходит постепенное перенимание опыта европейских стран по внедрению автоматики и вычислительной техники как для автоматизации производства, так и для решения задач селекции.

Одной из критически важных отраслей сельского хозяйства является пчеловодство. В свете ухудшающейся экологической обстановки и объективного изменения климатических условий особо актуальной становится массовая гибель пчёл. Причиной массовой гибели пчёл являются множество факторов, как кто различные заболевания, применение ядохимикатов для обработки полей и лесов. Всё это делает задачу оперативного мониторинга и анализа состояния пчелиных семей очень важной. Особенно в свете того, что даже в нашей Нижегородской области многие пасечники держат более ста пчелиных семей и имеют несколько пасек, экологическое состояние которых нужно периодически проверять. В конце XX века нижегородский пчеловод Панов В.А. начал применять радиомикрофоны, размещённые в ульях, для оценки состояния здоровья пчелиных семей. Но процедура анализа акустического сигнала выполнялась непосредственно человеком и её результативность существенно зависела от личного опыта качества слуха пчеловода. Поэтому на тот период времени данный подход не получил широкого распространения. В настоящее время благодаря развитию и удешевлению миниатюрной компьютерной техники были разработаны несколько платформ класса «умный улей» [1]. Однако данные платформы не позволяют выполнять решения задач долгосрочного прогнозирования состояния здоровья пчелиной семь и селекции. Для этого необходимо разрабатывать более сложные системы, использующие модели и методы машинного обучения и технологии построения распределенных вычислительных систем [2].

Данная работа посвящена изучению вопросов создания интеллектуальных систем, основанных на использовании много-агентных систем (МАС) [1, 2] и использованию в них машинного зрения.

Библиографический список

1. Умный улей [Сайт]. URL: https://yylei.by/Морозова, Ю.А. Мультиагентные системы в логистике: анализ опыта и перспективы. // Логистика и управление цепями поставок. Апрель 2015, №2(67).
2. Саати, Т.Л. Элементы теории массового обслуживания и её применения / Т.Л. Саати. - М.: Изд-во «Советское радио», 1971. - 520 с.

УДК 004.021

[1]КУДАСОВ М.И., [1]РЯБКОВ И.Д., [2]АТЯПШЕВА Т.В., [2]АБРОСИМОВ К.И.

РЕАЛИЗАЦИЯ ИГРОВОГО ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКИХ ИЕРАРХИЧЕСКИХ АВТОМАТОВ

[1]Национальный исследовательский университет «Высшая Школа Экономики»
[2]Национальный исследовательский университет ИТМО

В последнее время игровая индустрия во всём мире, и в России в частности, испытывает бурный рост в связи с развитием информационных технологий и признанием игр как фор-

мы развлечения и искусства. Одним из ключевых аспектов в формировании игрового процесса является игровой искусственный интеллект (ИИИ). Он позволяет среде реагировать на действия игрока через взаимодействие с другими персонажами, и от правдоподобности и проработанности ИИИ зависит то, насколько будет захватывающим игровой процесс и глубже эмоциональное вовлечение в мир игры [1].

Одним из инструментов для реализации искусственного интеллекта является нечёткая логика и системы нечёткого вывода [2]. Главная идея – имитация человеческой логики, основанной на предположениях и степенях уверенности в них. Системы нечёткого вывода позволяют реализовать данную идею через математический аппарат, который потом можно достаточно просто внедрить в любой ИИ: как в игровой, так и в ИИ для автопилотов и умного дома [3]. Из достоинств систем нечёткого вывода можно отметить их скорость работы, простоту в реализации на низком уровне и лёгкость в интерпретации параметров на высоком (они представляют из себя лингвистические переменные и их характеристики, называемые термами). Это позволяет геймдизайнерам создавать нужное им поведение для агентов.

В рамках проектной работы реализовывался ИИИ на базе систем нечёткого вывода. Самым частым примером такого ИИИ в современной игровой индустрии является нечёткий конечный автомат [4]. На рис. 1 представлен нечёткий иерархический конечный автомат, реализованный в игровой ситуации «Fuzzy Patrol», где двое патрульных охраняют территорию от вторгшихся правонарушителей, повышающих уровень опасности. У представленного ИИИ есть две задачи: не позволить нарушителям превысить заданный порог опасности, и в то же время не умереть от жажды. Жажда накапливается от любого действия, кроме ожидания и её утоления в специальном месте. Благодаря системам нечёткого вывода переходы между состояниями описываются понятными правилами и при необходимости можно без труда их модифицировать. Итоговая система хорошо показала себя при тестировании.

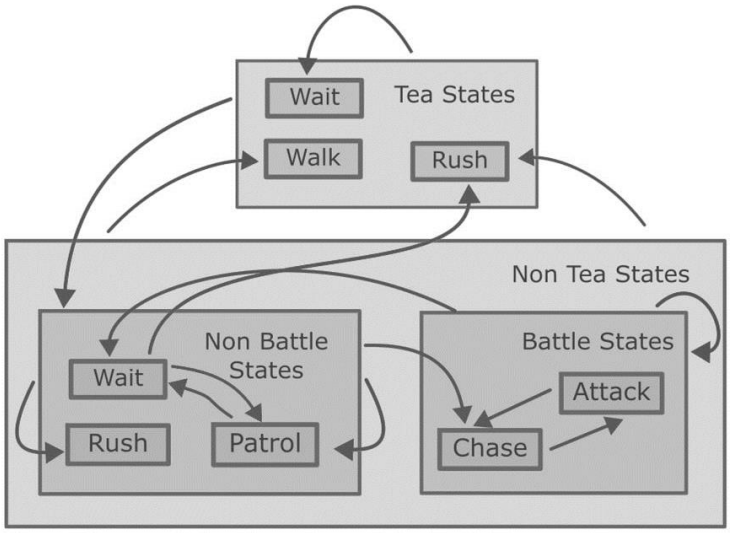


Рис. 1. Нечёткий автомат для Fuzzy Patrol

В процессе выполнения проекта были изучены системы нечёткого вывода в игровом ИИ и на основе изученного материала была реализована игровая ситуация на Unreal Engine 4, в котором данный ИИИ был задействован. В дальнейшем планируется совместить системы нечёткой логики и генетические алгоритмы для автоматического подбора параметров, с помощью которых можно отобрать комбинации, предоставляющих новый игровой опыт.

Библиографический список

1. Yannakakis G. N., Togelius J. Artificial intelligence and games. – New York: Springer, 2018. – Т. 2. – С. 2475-1502.

2. Борисов В. В., Круглов В. В., Федулов А. С. Нечеткие модели и сети. Монография. – 2012.
3. Wang L. X. A course in fuzzy systems. – 1999.
4. Pirovano M., Lanzi P. L. Fuzzy Tactics: A scripting game that leverages fuzzy logic as an engaging game mechanic // Expert Systems with Applications. – 2014. – Т. 41. – №. 13. – С. 6029-6038.

УДК 004.418

КУКЛИН А.Н., ГУСЬКОВА Ю.А.

РАЗРАБОТКА САЙТА ДЛЯ ФАНДОМАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт

В настоящее время только 12.7% от всех бытовых отходов отправляется на вторичную переработку. Чтобы исправить ситуацию, создаются специальные автоматы по приему мусора – фандоматы. Эти автоматы могут быть размещены на улицах, в торговых центрах и ресторанах. Техническая реализация включает использование операционной системы, специального программного обеспечения и взаимодействие с пользователем через терминал автомата.

Для взаимодействия с предлагаемой системой разработан сайт на платформе Node.js с использованием JavaScript в качестве основного языка, а также HTML и CSS.

Сайт включает разделы «О нас», «Тех. Поддержка», «Контакты» и «Профиль». Если пользователь авторизован, то ему доступна функция «Сдать мусор».

После регистрации и авторизации пользователь может заполнить форму для сдачи мусора, выбрав тип и вес отходов. Информация о балансе и вознаграждении отображается в окне справа. После нажатия на кнопку «Сдать мусор» на баланс пользователя поступает соответствующая денежная сумма, а также обновляются прочие данные, такие как количество сданного мусора. Это необходимо для ведения статистики.

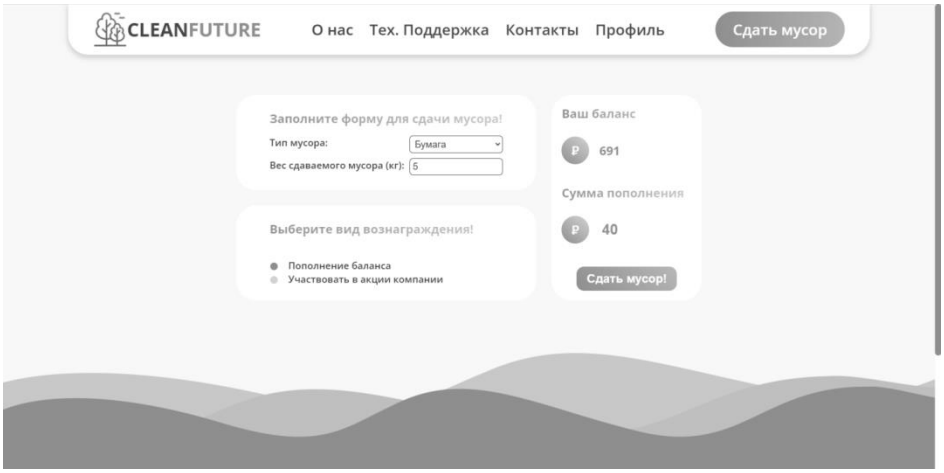


Рис. 1. Форма сдачи мусора

Проект «CleanFuture» предлагает программную реализацию фандомата с широким выбором сдаваемого мусора, простым интерфейсом и продвинутой системой вознаграждений. Проект способствует вовлечению населения в сортировку отходов и помогает компаниям привлечь клиентов путем проведения экологических акций. С помощью данного сайта любой пользователь может управлять полученными акциями и балансом, а также искать новые промоакции, параллельно принося пользу окружающей среде.

Библиографический список

1. Российский экологический оператор – Электронный ресурс // URL: https://reo.ru.
2. Браун Э. Изучаем JavaScript: руководство по созданию современных веб-сайтов / Э. Браун. — 3-е изд. — Санкт-Петербург: ООО «Альфа-книга», 2017. — 368 с.

УДК 004.921

КУРУШИН Е.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ФОРМАТА 3D MANUFACTORING FORMAT ПРИ ТРАНСЛЯЦИИ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ИЗ SOLIDWORKS 2020 В BLENDER 3.4

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработанные в системах CAD гомерические модели имеют большую применимость на всех стадиях жизненного цикла изделия. Так, при разработке рекламных материалов виртуальная модель может быть для создания визуализаций, при производстве видеороликов и представления продукции на веб-странице [1]. В таких случаях применяется ПО Blender, 3ds Max, Cinema 4D и пр. Однако, определенная часть данных геометрической модели теряется при переносе данных из пакетов разных вендоров CAD систем [2]. Более того, CAD описывает геометрическую модель набором векторов, кривых и пр. и операций над ними, в то время как упомянутые ранее ПО используют набор точек, треугольников, нормалей и пр. Для получения реалистичных рендоров требуется настройка материалов, определяющих внешний вид модели.

Для передачи геометрической модели из SolidWorks 2020 в Blender 3.4 доступно 2 формата: .stl и .wrl. Формат STL, опубликованный в 1987 году и предназначенный для стереолитографии, сохраняет только геометрию и не хранит информации о материалах. Формат VRML, стандартизированный для демонстрации трехмерной интерактивной графики, где вершины и грани могут указывать вместе с цветом поверхности. Однако, при трансляции модели в формате .wrl создается материал для каждого объекта. Это означает, что материалы придется переназначать для каждого элемента сборки.

Формат файла .3mf для 3D-печати, опубликованный в 2015 хранит информацию о материалах и цветах вершин [3]. В стандартном составе поддержка этого формата в Blender 3.4 отсутствует, однако это можно исправить путем установки аддона [4]. При импорте данного файла материалы перенести не удалось. Одна из причин может быть в некорректном парсинге содержимого файла разработчиком, ведь материалы в экспортированном файле прописаны явно. При конвертировании данного файла в формат gltf с помощью three.js editor [5] каждый материал назначается соответствующим элементам. Так, один и тот же материал назначается всем винтам в сборке.

Таким образом, при экспорте из программы SolidWorks 2020 геометрической модели в формате 3mf и конвертировании в формат gltf помимо геометрии в программу Blender 3.4 удается передать материалы, назначенные соответствующим элементам. Если ранее при трансляции приходилось создавать, настраивать и назначать материал для всех элементов, то при рассмотренном подходе достаточно только настроить материалы.

Библиографический список

1. Курушин Е.А. Сборник материалов 33-й Всероссийской молодежной научно-практической конференции по графическим информационным технологиям и системам. Нижний Новгород, 2023. С. 28-31.

2. Райкин Л.И., Райкин И.Л., Мерзляков И.Н., Филинских А.Д., Бойтяков А.А., Бубнов А.В. Universum: технические науки. 2014. № 2 (3). С. 4.
3. Specification // Joint Development Foundation URL: https://3mf.io/spec/ (дата обращения: 30.04.2024).
4. Blender 3MF Format // GitHub, Inc URL: https://github.com/Ghostkeeper/Blender3mfFormat (дата обращения: 30.04.2024).
5. three.js editor // URL: https://threejs.org/editor/ (дата обращения: 25.04.2024).

УДК 004

ЛОБАНОВ А.И., БАЛАШОВА Т.И., БАЛАШОВА Е.П., ЗОЛОТЦЕВ А.А., ЛОБАНОВА Е.И., КАЛЮЖНЫЙ Е.А.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ МЕДИЦИНСКИХ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова,
«Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России

Автоматизация различных процессов, связанных с проведением научных исследований и обработкой их результатов, становится всё более актуальной. Особенно остро эта проблема стоит в медицине из-за отсутствия простого в использовании программного обеспечения с необходимым функционалом.

Перед нашей командой стояла задача разработать программу с нужным инструментарием, возможностью оперативного обмена результатами с коллегами, добавления данных, обновления и синхронизации баз данных. Также программа должна иметь интуитивно понятный интерфейс, а работа с отчётами, документами, таблицами и базами данных должна быть строго стандартизирована.

Разработка программы включала в себя следующие, перечисленные далее этапы.

- Сбор информации. Владение подробным списком задач для реализации позволяет избежать ситуации, когда внедрение нового функционала осложнено из-за непредвиденных технических трудностей. Это этап, на котором команда знакомится с объёмом работы и распределяет задачи.
- Выбор архитектуры и стека технологий. Необходимо учесть компетенции команды и требования к программе. Для обеспечения кроссплатформенности был выбран язык Java, инструмент для разработки интерфейса – фреймворк JavaFx, который хорошо адаптирован для реализации архитектурного шаблона MVVM, он отлично подходит для поставленных задач. Что касается базы данных, было решено использовать встраиваемую СУБД SQLite. Критическое требование – возможность работы с файлами Excel, для решения этой задачи мы выбрали Aspos Java Api, библиотеку для работы с широким спектром документов. При выборе инструментов мы делали упор на Open Source решениях.
- Написание кода, тестирование, отладка – многократное повторение этапа до достижения определённого уровня качества.
- Поддержка – исправление ошибок и добавление нового функционала.

Итогом работы стала масштабируемая кроссплатформенная информационная система обработки медицинской информации, существенно упрощающая и ускоряющая обработку медицинских показателей. Наша команда прошла путь от составления технического задания, проектирования и разработки программного обеспечения, до реализации информационной системы и получила новые компетенции на каждом этапе разработки.

Библиографический список

1. Клеппман, Мартин. Designing Data-Intensive Applications: The Big Ideas Behind Reliable, Scalable, and Maintainable Systems. O'Reilly Media, 2017.
2. https://docs.spring.io/spring-boot/docs/current/reference/htmlsingle/
3. https://docs.aspose.com/cells/java/developer-guide/
4. Оценочные центильные таблицы нормативов физиологических показателей, физического, психологического развития детей, подростков, призывников, молодежи, взрослого населения Нижегородской области. Утверждены приказом министра здравоохранения Нижегородской области №315–795/22П/од от 16.09.2022г.

УДК 004.41

ВАЛТУХОВА В.В., ЗАПЛАТИН А.С., МАРТЫНОВА И.А., ОВЧАРЕНКО Е.Ю.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УПРОЩЕНИЯ ПРОЦЕДУРЫ ОПЛАТЫ ПРОЕЗДА В ОБЩЕСТВЕННОМ ТРАНСПОРТЕ С ПОМОЩЬЮ QR-КОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная система оплаты проезда в общественном транспорте является неэффективной и неудобной. В большинстве городов маршрутные транспортные средства принимают оплату только наличными деньгами и карточками. Высокий спрос на общественный транспорт, как например, в Нижнем Новгороде, где ежедневно совершается более 330 000 поездок, обостряет проблемы системы оплаты. Рассмотрим основные проблемы, с которыми сталкиваются пассажиры:

- наличие очередей на остановках, особенно в пиковые часы, из-за которых пассажиры тратят лишнее время на ожидание и оплату проезда;
- невозможность контроля проезда, что может привести к потере доходов для транспортных операторов и увеличению стоимости билетов для остальных пассажиров;
- несовместимость и разнородность систем оплаты. Это может вызвать путаницу для пассажиров, особенно для туристов или временных жителей.

В связи с указанными проблемами целью работы была разработка приложения, облегчающего процедуру оплаты проезда в общественном транспорте для пассажиров и процедуру контроля оплаты проезда для водителя.

В упрощении процедуры оплаты проезда поможет интеграция оплаты с помощью QR-кода. Использование QR-кодов позволит оплачивать проезд с помощью нескольких движений: достаточно отсканировать код через мобильное приложение. Также при использовании QR-кодов отпадёт необходимость распечатывать билеты, что способствует сокращению потребления бумаги и снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Через приложение водители смогут получать уведомления о времени и количестве транзакций, что позволит повысить уровень контроля оплаты проезда и снизит количество безбилетников.

Для разработки мобильного приложения в качестве языков программирования были выбраны: Java для Android [1] и Swift для IOS. Для уменьшения дублирования кода и обеспечения одновременной поддержки обеих платформ был выбран фреймворк для кроссплатформенной разработки React Native. В качестве инструментов для обработки QR-кодов используется конфигурация Java Api Aspose.BarCode для Android и SDK ZBar iPhone SDK для iOS.

Исходя из задачи создания надежной и удобной системы оплаты проезда, были реализованы следующие функциональные возможности: регистрация с восстановлением пароля, возможность оплаты, отслеживание оплат водителями, сканер QR-кодов, история транзакций, интуитивно понятный и привлекательный пользовательский интерфейс. Интеграция с Госуслугами и платежными системами будет введена на следующем этапе развития системы. Эти возможности создадут комплексную систему оплаты проезда, обеспечивая безопасность, удобство и прозрачность для пассажиров и водителей.

---

1. Android Application Development / Android Application Development - by Pavan Kumar Reddy Tadi URL: https://android-app-development-documentation.readthedocs.io/en/latest/ (дата обращения: 17.03.2024).

УДК 004.056.5

МАРТЫНОВА И.А

ЗАЩИТА ДАННЫХ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГОЛОСОВЫХ ПОМОЩНИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время голосовые помощники стали неотъемлемой частью повседневной жизни. Они помогают нам выполнять различные задачи, начиная поиском информации и заканчивая управлением умным домом и интеграцией в автомобили. Group4media провела исследование и выяснила, что голосовыми помощниками пользовались 63% россиян за последние полгода.

В 2019 году Amazon признала передачу записей разговоров пользователей с Alexa третьим лицам без согласия из-за ошибки в обработке данных. Российские разработчики утверждают, что обеспечивают высокий уровень защиты. Однако, как и в случае с другими сервисами, нельзя забывать о том, что существует риск утечки данных.

Один из основных рисков связан с конфиденциальностью. Голосовые помощники слушают и записывают разговоры, чтобы распознавать команды и предоставлять нужную информацию. Это может привести к утечке конфиденциальной информации. Кроме того, существует опасность взлома голосовых помощников. Злоумышленники могут получить доступ к микрофону устройства и прослушивать разговоры.

Для обеспечения безопасности при использовании голосовых помощников существует несколько методов защиты от потенциальных угроз.

В первую очередь, необходимо проводить сквозное шифрование данных [1]. Это гарантия того, что данные будут защищёнными и доступными только для ограниченного круга лиц. Злоумышленник может потратить слишком много времени для того, чтобы ее перехватить и расшифровать. Но нельзя беспечно относиться к этому, необходимо выбирать и реализовывать эффективные и надежные методы шифрования. Некоторые голосовые помощники используют многоуровневое шифрование: данные в этом случае шифруются с использованием, например, AES на устройстве пользователя, во время передачи и на самих серверах.

Дополнительно для повышения безопасности [2] можно внедрить элемент аутентификации, например, запрос ввода пароля или необходимость произношения парольной фразы. При создании паролей важно создавать надежные комбинации, включающие заглавные и строчные буквы, цифры и символы, а также обеспечить их хранение в безопасном месте и не в исходном виде. При использовании парольных фраз следует выбирать длинные и сложные комбинации, избегая распространенных слов или фраз. Кроме того, важно произносить парольную фразу в конфиденциальном месте, чтобы избежать подслушивания или перехвата.

Сейчас наблюдается рост изучения и использования биометрических данных во всех сферах жизни, благодаря безопасности, обеспечиваемой уникальными характеристиками человека. Биометрические данные, такие как отпечатки пальцев и человеческий голос, повышают безопасность использования голосовых помощников, поскольку их сложнее подделать или украсть, чем пароли. Но с развитием биометрической аутентификации совершенствуются и создаются методы ее обхода и способы получить ложное срабатывание.

Библиографический список

1. Дэниел Г. Грэм // Этичный хакинг. Практическое руководство по взлому. – Переводчик: Черников С. В. изд. – СПб: Питер, 2022. – 384 с.
2. Чем опасны голосовые помощники? // Блог Касперского URL: https://www.kaspersky.ru/blog/voice-recognition-threats/14207/ (дата обращения: 18.03.24).

УДК 004.896

МИСЕВИЧ П.П., АЛЬШАТЕР МАХЕР ГАБЕР АЛИ

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ ПРОГНОЗА РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматривается задача прогноза значений временного ряда, который описывает процесс торговли электрической энергией в европейской части РФ. Постановка задачи приводится в [1].

В [1] обсуждается важность и актуальность этой задачи. Отмечено, что все расчеты на оптовом рынке производятся с почасовой дискретностью и что ошибки в прогнозах будущего электропотребления дорого обходятся всей энергосистеме.

Анализ [1] показывает, что для решения задачи прогноза применима трехслойная полносвязная нейронная сеть. Эта модель нейронной сети взята за основу.

Численный эксперимент преследует цель определения параметров нейронной сети, которые позволяют на основе значений почасового потребления электроэнергии за двое суток (48 значений временного ряда) спрогнозировать значения почасового потребления энергии на будущие сутки (48 значений временного ряда) [1]. Для его проведения использовался инструментарии Matlab 7.

Обучение сети основано на применении двойного цикла по эпохам [1] с использованием метода обратного распространения ошибки.

При вычислении значений точности ошибки прогнозирования временных рядов использовались MAE – средняя абсолютная ошибка и MAPE – средняя абсолютная ошибка в процентах [1].

При проведении численного эксперимента использовался data set [1]. Временной ряд охватывает данные периода с 01.01.2010 по 31.12.2010. В качестве тестового примера выбран период с 01.01.2011 по 22.11.2011 [1].

Данные временного ряда подверглись предварительной обработке. В [1] рекомендовано для работы с нейронной сетью применять временные ряды с диапазоном значений от 0 до 1. Поэтому исходный временной ряд подвергался нормированию.

Численный эксперимент заключался в подборе параметров нейронной сети с целью снижения ошибки прогнозирования и временных затрат. Второй задачей является выявление специфических особенностей программного обеспечения, которое используется для решения поставленной выше задачи.

Параметрический анализ показал, что значение ошибки предсказания можно сократить до 2 % по сравнению с данными, которые приведены в [1] (Величина MAPE оставила около 4%).

Применение инструментариев Matlab 7 выявило ряд особенностей этого инструментария для решения описанной выше задачи. В частности отмечено, что улучшение качества прогноза связано с подбором оптимального количества нейронов в выбранной модели сети и с необходимостью инициализации данных в программном обеспечении при проведении серии экспериментов.

---

1. Создаем нейронную сеть для прогнозирования временного ряда | Блог | Математическое бюро. URL: https://www.mbureau.ru/blog/sozdaem-neyronnuyu-set-dlya-prognozirovaniya-vremennogo-ryada

УДК 004.432

МИХАЙЛОВА Е.В., БУГРОВА А.М., КОЛЧИН И.Д., КУЛАГИНА Л.В.

ОЛИМПИАДЫ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ: ОБЗОР ЯЗЫКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Олимпиадное программирование приобретает все большую популярность. Люди, которые только начинают свой путь, задаются вопросом, с каким языком программирования можно начать. В данной статье рассмотрены три языка программирования с точки зрения простоты написания кода, скорости выполнения и потребления памяти, а также востребованность каждого рассмотренного языка у работодателей.

Первый из рассматриваемых языков – Python – является высокоуровневым императивным языком программирования общего назначения с динамической строгой типизацией и автоматическим управлением памятью [1]. Данный язык обладает простым и понятным синтаксисом, динамической типизацией и поддерживает работу с большими числами. Это означает, что при написании кода на данном языке, нет необходимости задумываться, где и какие скобки нужно поставить и хватит ли выбранного типа для данной переменной и какой тип для нее объявить. Однако встроенная поддержка длинной арифметики влечет за собой дополнительные расходы на время выполнения и затраченную память, а синтаксические ошибки в программах, написанных на python, бывает труднее заметить. Например, если во время исправления кода была случайно изменена табуляция в одной из строк, то получится совершенно иная программа, выдающая не верный ответ при, казалось бы, правильном алгоритме.

Python является интерпретируемым языком, что значит, что скомпилированный код вместо инструкций целевой машины содержит код, исполняемый другой программой [2]. Из-за этого программа, написанная на этом языке, может работать дольше, чем ожидалось.

Python является одним из самых популярных языков программирования. Он широко используется в различных областях, таких как веб-разработка, машинное обучение, анализ данных, автоматизация задач, игры и научные вычисления. Многие крупные компании, такие как Google, Facebook, Instagram, Netflix, Amazon и другие, используют Python в своих продуктах и сервисах. Это подтверждает его популярность и востребованность на мировом рынке. По данным рекрутингового сервиса DevJobsScanner, который провел исследование 14 млн вакансий, появившихся с января 2022 года до конца мая 2023 года, Python стал вторым наиболее востребованным языком программирования. 603 тыс. вакансий, что составляет 20% от всех публикаций, требуют этот язык в качестве основного.

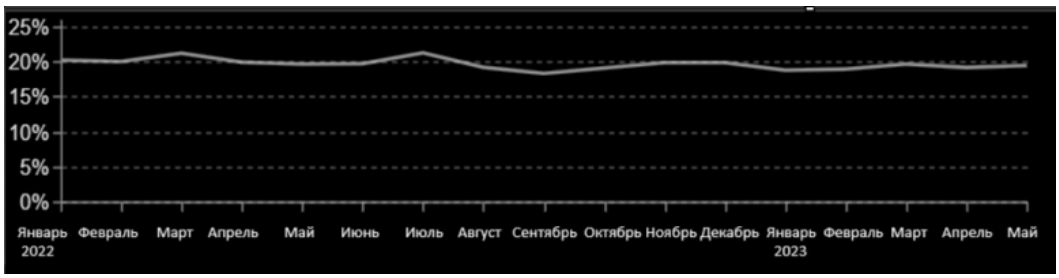


Рис. 1. Вакансии с требованием знания Python с 01 января 2022 года по 31 мая 2023 года

На данном графике видно изменение количества вакансий, требующих знание Python в период с 01 января 2022 года по 31 мая 2023 года. Пик интереса к данному языку был в июле 2022 года, а падение произошло в сентябре 2022. При этом колебания не превосходят 6%.

Согласно исследованию, опубликованному 25 мая 2023 года учебным центром IBM, в России Python является самым популярным языком. В октябре 2023 года на сайте had hunter размещено 10 427 объявлений о поиске сотрудников в России с указанием Python в названии или описании вакансии.

Следующий из рассматриваемых языков – Java – строго типизированный объектно-ориентированный язык программирования общего назначения [3]. Синтаксис языка достаточно простой, но все же сложнее, чем у Python. Он содержит множество дополнительных знаков, таких как точка с запятой и фигурные скобки, а также является более многословным. Код читается сложнее и может вызывать трудности у новичков. Java не поддерживает динамическую типизацию данных. Это значит, что при вводе каждой переменной для нее необходимо заранее прописать ее тип. Смешивание разных типов запрещено, поэтому, например, попытка сложить целое число с числом с плавающей запятой без явного преобразования, вызывает ошибку. Задачи, требующие быстрого вычисления больших чисел, также могут быть решены с помощью этого языка программирования, например, с помощью структуры BigInteger. Однако и здесь не стоит забывать о том, что чем больше число, тем больше времени и памяти занимают операции с ним.

Java берет на себя ответственность за множество вещей. Контроль корректности указателей, освобождение памяти от ненужных объектов, нативные методы – все это может сильно тормозить работу программы и расходовать лишнюю память. Поэтому программисту на данном языке важно внимательно следить за скоплением не используемых объектов и работой встроенных функций. Также программа на Java сначала переводится в байт-код, после чего выполняется виртуальной машиной, что тоже может привести к дополнительным расходам времени и памяти. В Java существуют нативные методы, написанные на более низкоуровневых языках, таких как C, C++, ассемблер. При вызове этих методов теряются свойства безопасности и переносимости, присущие языку. Это значит, что использование неэффективного нативного метода может существенно увеличить время работы программы или привести к неожиданному результату.

Java также является одним из самых востребованных языков программирования на рынке. Он используется в различных отраслях, таких как разработка программного обеспечения, мобильные приложения, веб-сервисы, научные исследования и многое другое. По данным исследования DevJobsScanner java замыкает тройку лидеров по востребованности на рынке. Всего за 17 месяцев на DevJobsScanner опубликовано 546 тыс. вакансий, где ищут Java-разработчика. Это 17% от всех вакансий на сервисе.

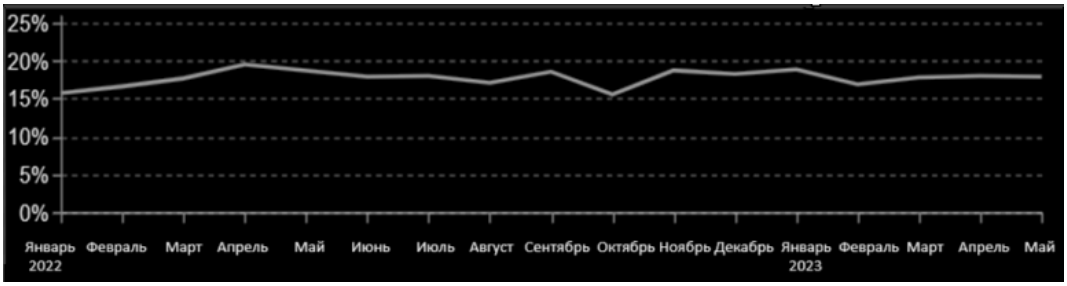


Рис. 2. Вакансии с требованием знания Java с 01 января 2022 года по 31 мая 2023 года

Из рис. 2 видно, что в период с января 2022 года по апрель 2022 года происходил рост интереса к разработчикам, знающим Java, со стороны работодателей. Количество вакансий выросло с 15% до 20%. Изменение составило 5%. В период с апреля по октябрь 2022 года отмечается падение на 5% до 15%. С октября по май 2023 года произошел небольшой скачок и количество вакансий выросло с 15% до 18%.

В России этот язык менее популярен, чем Python. В октябре 2023 года на сайте had hunter размещено 5 794 объявления о поиске сотрудников в России с указанием Java в названии или описании вакансии.

Последний из рассмотренных языков – C++ – компилируемый, статически типизированный язык программирования общего назначения. Синтаксис этого языка наиболее сложный среди всех рассматриваемых языков. Как и Java, он требует проставления множества точек с запятой и многочисленных скобок. Однако поддерживает сокращение длинных конструкций с помощью других более коротких выражений. Он требует от программиста отслеживания типов данных, контроля за выделением и освобождением памяти и корректностью указателей. Наибольшее поддерживаемое неотрицательное число равно 18 446 744 073 709 551 615, а наименьшее отрицательное – -9 223 372 036 854 775 808, что значит, что если во время выполнения программы какая-либо переменная выйдет за данный диапазон, то программисту необходимо задуматься о специальной обработке данного случая или о реализации длинной арифметики. При программировании на этом языке, важно внимательно следить за выделенной памятью и указателями. Так, например, обращение к недействительным указателям может не вызвать ошибку, однако приведет к неопределенному поведению, так как указатель может ссылаться на не актуальные данные или случайный мусор.

В отличие от python и java, C++ является компилируемым языком [4]. Это значит, что исходный код преобразуется сразу в машинный код, после чего выполняется сразу системой, а не программой-интерпретатором. Благодаря этому, программа, написанная на C++, работает быстрее, чем на Python или Java. Иногда разница в скорости исполнения кода достаточно существенна.

C++ является низкоуровневым языком программирования. Он позволяет писать программы любой сложности, обладает свойством переносимости и кроссплатформенности. Другого низкоуровневого языка с такими функциями нет. На этом языке можно написать практически все что угодно, область его применения чрезвычайно обширна – видеоигры, операционные системы, обработка данных, научные расчеты, серверы, базы данных, космические зонды – это все далеко не полный список. При этом правильно написанный код будет работать быстро и эффективно.

По данным сервиса DevJobsScanner в период с января 2022 по май 2023 года было опубликовано 280 тыс. вакансий, где ищут разработчиков на C++. Это 8% от всех опубликованных вакансий. Из данного рисунка видно, что в период с января 2022 года по октябрь 2022 года происходил рост числа вакансий с требованием знания C++. За этот период количество объявлений выросло с 5% до 14%. Прирост составил 9%. Однако, в период с октября

по май 2023 года произошло достаточно резкое падение – с 14% до 7%. Разница между максимумом и минимумом в этот период составила 7%. В октябре 2023 года на сайте had hunter размещено 3 618 объявлений о поиске сотрудников в России с указанием C++ в названии или описании вакансии.

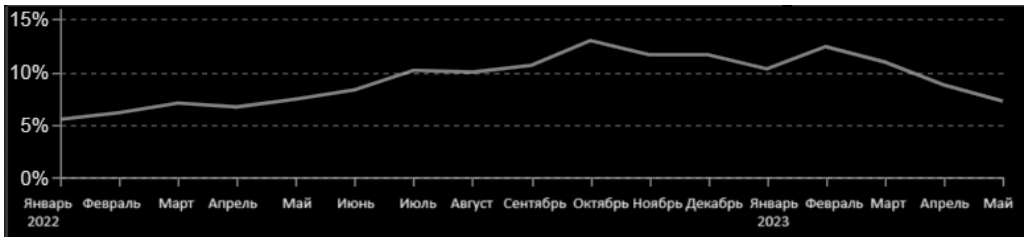


Рис. 3. Вакансии с требованием знания C++ с 01 января 2022 года по 31 мая 2023 года

Подводя итог, необходимо отметить, что каждый язык программирования имеет свою область применения. Некоторые задачи легче решаются с помощью Python, например, сложные и масштабные расчеты или задачи машинного обучения, какие-то с помощью Java – написание эффективного и безопасного кода, а какие-то с помощью C++ – когда нужен сложный и быстрый код. Это применимо и к олимпиадному программированию. Так, если в задаче только требуется быстро произвести несколько арифметических действий с очень большими числами, то, возможно, есть смысл написать программу на Python или Java. А если решением является сложный рекурсивный алгоритм, то C++ будет эффективнее. Идеальным вариантом будет знание нескольких языков и их особенностей и большой опыт работы с ними.

Библиографический список

1. Yogesh Rana. Python: Simple though an Important Programming language (англ.) // International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET). — 2019. — 2 February (vol. 06, iss. 2). — P. 1856—1858.
2. Краус А. Основные принципы программирования. [Электронный ресурс]: tproger.ru Опубликовано 03.09.2017 г.
3. ANSI. C++ International Standard (second edition, 2003-10-15)
4. Эккель Б. «Философия C++. Введение в стандартный C++». – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2004. – 572 с.
5. Дьюхэрст С. С. «C++. Священные знания». – Пер. с англ. – СПб.: СимволПлюс, 2012. – 240 с.
6. Кнут. Д. Э. «Искусство программирования». Том 1 – 3-е изд. – Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2018. – 720 с.
7. Кнут Д. Э. «Искусство программирования». Том 2 – 3-е изд. – Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2018. – 832 с.
8. Кнут Д. Э. «Искусство программирования». Том 3 – 2-е изд. – Пер. с англ. – М.: ООО «И. Д. Вильямс», 2018. – 832 с.

УДК 004

НАЗАРОВ М.А., НАЖИМОВА Н.А.

РАЗРАБОТКА БАЗЫ ДАННЫХ ДЛЯ ОТЕЛЯ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящие время любая область деятельности человека поддерживается информационными технологиями, гостиничный бизнес не является исключением. Для предприятия, главной целью которого является обеспечение комфортного проживания большого количе-

ства людей, необходим удобный инструмент учета поступающей информации – количество свободных номеров, данные клиентов и т.п. В качестве такого инструмента идеально подойдет база данных.

База данных – это организованная совокупность данных, которая отражает информацию об объектах и отношениях между ними, в рамках конкретной деятельности или организации. Существует три основных типа баз данных: реляционные, сетевые и иерархические. Наиболее часто используемой является реляционная база данных. Реляционная база данных [1] представляет собой набор таблиц (сущностей), где каждая запись связана друг с другом с помощью первичных ключей – полей таблицы с уникальным значением.

Для разработки любой базы данных необходимо пройти несколько этапов: анализ предметной области, концептуальное, логическое и физическое проектирование [2]. На этапе анализа предметной области подробно изучаются все бизнес процессы организации и их участники. При концептуальном проектировании выделяются основные сущности. Логическое проектирование подразумевает создание связей между сущностями с помощью выделения первичных ключей. Этап физического проектирования включает определение структуры хранения данных, формата данных и методы доступа к ним.

В результате анализа предметной области были определены три пользователя: гость, администратор, консьерж. При проектировании базы данных были выделены 8 основных сущностей: номера, журнал бронирования, клиенты, работники, должности, график работы сотрудников, услуги, журнал записей на услуги. Установлены связи между сущностями и определены форматы хранимых данных.

Для удобной работы с описанной базой данных было разработано веб-приложение. В нем реализована возможность авторизации для пользователей. В зависимости от прав доступа пользователь веб-приложения может выполнять различные манипуляции над базой данных. Для гостя есть возможность выводить информацию о свободных номерах в конкретную дату, а также бронировать их. Для консьержа реализована возможность просмотра информации о гостях, работниках и запись гостей на услуги, предоставляемые отелем (массаж, спа-процедуры). Администратор обладает всеми вышеперечисленными возможностями, а также имеет доступ к информации об общей статистике за последний месяц.

Базы данных – это необходимый элемент любой информационной технологии, подразумевающей работу с большим количеством информации. Разработанная модель базы данных при её внедрении может увеличить эффективность работы сотрудников отеля, а именно повысить целостность накапливаемой информации и снабдить удобным интерфейсом для ввода, изменения и отображения данных.

Библиографический список

1. Илюшечкин, В. М. Основы использования и проектирования баз данных / В.М. Илюшечкин. - М.: Юрайт, Юрайт, 2020. - 224 с
2. Советов, Б. Я. Базы данных. Теория и практика / Б.Я. Советов, В.В. Цехановский, В.Д. Чертовской. - М.: Юрайт, 2017. - 464 с.

УДК 004.048

ОВЧАРЕНКО Е.Ю., ВАЛТУХОВА В.В., ЗАПЛАТИН А.С., МАРТЫНОВА И.А.

РАЗРАБОТКА ЧАТ-БОТА ПО ПОДБОРУ ОДЕЖДЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПОГОДНЫХ УСЛОВИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире, где каждая минута ценна, люди стремятся к удобству и эффективности в получении информации. Данные о погоде являются востребованными, так как мно-

гие сферы жизни напрямую зависят от погодных условий. Согласно исследованию, проведенному российской компанией Tiburon Research, почти половина россиян (49%) проверяют прогноз погоды раз в день, а более четверти опрошенных (28%) делают это несколько раз за день. Погодные условия могут меняться в любой момент. В связи с этим у людей возникают трудности с получением актуальной информации о погоде и выбором подходящей одежды.

Было принято решение разработать чат-бота, позволяющего людям осуществлять мониторинг погоды в любое время и выбирать одежду, учитывая температуру и осадки. Для разработки чат-бота были выбраны Python и PyCharm для простоты обучения моделей [1] и управления проектом, а PostgreSQL для надежного хранения и извлечения данных. Для обучения модели использовались исторические архивы погоды с применением алгоритма решающего дерева (DecisionTreeRegressor) из библиотеки scikit-learn.

Подбор одежды осуществлялся путем генерации изображений при помощи ключевых слов (осадки, пол, температура) с использованием нейронной сети Stable Diffusion XL 1.0.

Работы системы была проанализирована путем сравнения предсказанных нами данных и данных, полученных с Yandex API. На графике (см. рис. 1) можно увидеть сравнение показателей температур. Также была использована scikit-learn.metrics для оценки производительности модели. Результаты показали, что модель обладает хорошими показателями точности, такими как среднеквадратичная ошибка (MSE) и коэффициент детерминации (R2).

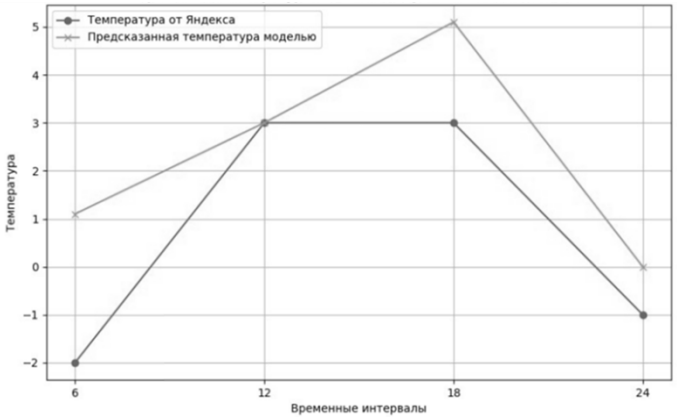


Рис. 1. График сравнения температур YandexAPI и модели

1. Машинное обучение / Хенрик Бринк, Джозеф Ричардс, Марк Феверолф; [пер. с англ. И. Рузмайкиной] /Санкт-Петербург: Питер, 2023. – 330 с.

УДК 004.89:004.4

ОВЧИНИН А.А., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

МОДЕЛЬ МНОГОЭТАПНОГО ДВУХФАЗНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ КОЛЛЕКТИВА АГЕНТОВ ТРАНСПОРТНОГО ТИПА ДЛЯ ЗАДАЧИ СОГЛАСОВАНИЯ РЕШЕНИЙ

Волжский государственный университет водного транспорта

Строится дискретная модель многоэтапного двухфазного обслуживания совокупности O_n независимых интеллектуальных агентов [1] $o_i\,(i=\overline{1,n})$ транспортного типа в системе θ_{m+1} стационарно расположенных в ограниченной рабочей зоне L независимых процессоров $q, q_1, q_2, ..., q_m$. Согласование коллективного решения [2] агентов на текущем k-м этапе $(k=\overline{1,K_i})$ осуществляется всякий раз в момент завершения процессором q первой фазы об-

служивания очередного поступившего агента $o^* \in O_n$ и заключается в однозначном определении процессора из совокупности $q_j (j = \overline{1,m})$ для выполнения второй фазы обслуживания агента o^*. По завершению *k*-го этапа обслуживания агента o^* он вновь направляется в очередь к процессору q для выполнения первой фазы обслуживания следующего −(*k*+1)-го этапа. Помимо установленного количества этапов обслуживания K_i, каждый агент $o_i (i = \overline{1,n})$ характеризуется параметрами: ν_i, μ_i −длительности соответственно первой и второй фазы обслуживания; $\gamma_i, \varsigma_i, \xi_i$ −величины штрафов за единицу времени обслуживания, перехода и простоя соответственно, λ_{ij} −длительность перехода между процессорами q и q_j (в случае модификации рассматриваемой модели с линейным характером зоны L [3] длительность перехода между процессорами q и q_j может характеризоваться двумя параметрами λ_{+ij} и λ_{-ij}, относящимися соответственно к «прямому направлению» перехода объекта o_i − от процессора q к процессору q_j и к переходу объекта o_i от процессора q_j к процессору q; Согласование коллективного решения осуществляется с учетом накопленных каждым агентом суммарных штрафов, прогноза допустимых сценариев обслуживания агентов, на основе продукционного подхода, реализуемого в форме зафиксированных и пополняемых в базе знаний совокупности правил [4].

На содержательном уровне рассмотренная модель описывает процесс согласования оперативного плана вывоза мелкотоннажными речными судами однородного груза из пунктов локального складирования в пункт накопления для последующей погрузки и транспортировки крупнотоннажным морским флотом.

Библиографический список

1. Городецкий, В.И. Многоагентные системы (обзор) / В.И. Городецкий, М.С. Грушинский, А.В. Хабалов // URL: https://spkurdyumov.ru/networks/mnogoagentnye-sistemy-obzor/
2. Колбин, В.В. Математические методы коллективного принятия решений / В.В. Колбин. – М.: Лань-Пресс. – 2015. – 256 с.
3. Коган Д.И. Задачи диспетчеризации обслуживания стационарных объектов в одномерной рабочей зоне процессора / Д.И. Коган, А.М. Пушкин, Н.А. Дуничкина // Автоматика и телемеханика. РАН. – № 4. – 2016. – С. 67-83.
4. Поличка, А.Е. Математические модели и алгоритмы функционирования продукционных баз знаний / А.Е. Поличка, А.В. Вострикова // URL: https://pnu.edu.ru/media/ejournal/articles-2016/TGU_7_250.pdf

УДК 004.93

ОПАРИН С. А., ТИМОФЕЕВА О. П.

ОБНАРУЖЕНИЕ ФАЛЬСИФИКАЦИИ АУДИО И ВИДЕО КАК ЗАДАЧА БИНАРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фундаментальные открытия в сфере глубокого обучения поспособствовали колоссальному прогрессу в смежных областях, таких как компьютерное зрение и генеративные нейронные сети. Прогресс обусловлен привлечением инвестиций из-за востребованности данных технологий. Одной из таких технологий, ставшей предметом широкой обеспокоен-

ности, является дипфейк-технология (deepfake) – способ создания фальшивых видео и аудиозаписей с использованием искусственного интеллекта [1]. Изменённые видео и аудиозаписи могут использоваться для подрыва доверия к информации и авторитету, а также для выманивания чувствительных данных и воздействия на политические процессы.

Целью данного исследования является реализация программного обеспечения, обрабатывающего аудиозаписи или кадры видео, и позволяющее с высокой степенью убеждённости сделать заключение о том, были ли проведены манипуляции над материалом с помощью генеративных инструментов на основе нейронных сетей.

Для решения данной задачи хорошо подходят алгоритмы на основе классифицирующих свёрточных нейронных сетей, так как позволяют выявлять скрытые закономерности во входных данных. Обучение с учителем, применяемое для данного типа нейросетей позволяет получить гибкую систему, эффективно использующую предоставленные вычислительные ресурсы.

Для обучения нейронных сетей необходимо пройти несколько обязательных этапов:

1) сбор данных – определись классы анализируемых объектов и их количество;
2) подготовка данных – разметить имеющиеся данные и разделить на обучающую выборку, валидационную и тестовую выборку в соотношении примерно 70%:15%:15%;
3) выбор архитектуры свёрточной нейронной сети – выбрать количество входных нейронов, тип слоёв свёрток, параметры свёрток, количество обрабатывающих слоёв, количество нейронов в слоях, функции активации, функции оптимизации;
4) настройка гиперпараметров обучения, которые влияют, непосредственно, на процесс обучения – скорость обучения, количество эпох, размер пакета;
5) реализация нейронной сети на языке программирование и обучение для получения готовой модели.

Для реализации опорного алгоритма, отвечающего всем необходимым требованиям, были использованы спектрограммы записей аудио в качестве входных данных, размеченных на основе датасета DEEP-VOICE [2], с архитектурой на основе классифицирующей нейронной сети ResNet (Residual neural network) [3].

Библиографический список

1. Sturino, F. S. Deepfake Technology and Individual Rights / F. S.Sturino // Social Theory and Practice. – 2023. DOI: 10.5840/soctheorpract2023310184
2. Bird, J. J. Real-time Detection of AI-Generated Speech for DeepFake Voice Conversion / Bird J. J., Lotfi A. // arXiv preprint arXiv:2308.12734. – 2023.
3. Koonce, B. ResNet 50 / Koonce B. // Convolutional neural networks with swift for tensorflow: image recognition and dataset categorization. – 2021. – С. 63-72.

УДК 004

ОРЕХОВ Д.О., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ ЗАБОЛЕВАНИЯ ГЛАЗ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА CLIPS

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В наше время очень распространены различные глазные заболевания, при несвоевременном лечении которых человек рискует полностью ослепнуть. Эта угроза побудила людей серьезнее относиться к своему зрению. Однако перед людьми возникает сложная задача в определении точного диагноза заболевания глаз для своевременного лечения, особенно в от-

даленных регионах России, где на несколько населенных пунктов приходится один врач терапевт. Для решения этой задачи можно воспользоваться экспертными системами.

Экспертная система – это система искусственного интеллекта, которая выполняет конкретную задачу, используя наборы правил для анализа информации и выработки заключений. В результате она предоставляет возможный вариант принятия решения при определенных входных данных, вводимых пользователем.

Для диагностики заболеваний глаз предлагается использовать экспертную систему, реализованную на языке искусственного интеллекта CLIPS, которая учитывает симптомы, возникающие при глазных заболеваниях, и причины, которые могут к ним привести. После обработки всех необходимых ответов, экспертная система выдает пользователю предполагаемое заболевание. База знаний в данной системе представлена в виде продукционных правил, которые имеют конструкцию если a, то b. Например, если пользователь ответит, что у него красные глаза, нет опухания и он страдает от сезонных аллергий, программа выведет предположение, что у пользователя аллергический конъюнктивит.

Глазные заболевания характеризуются довольно конкретными симптомами и не имеют полных совпадений между собой, что помогает точно их идентифицировать. Сомнения в точности вызваны лишь честностью пользователя при работе с программой. При невозможных комбинациях ответов, экспертная система попросит пользователя пройти сбор информации заново, вернув его в главное меню. Работа экспертной системы построена на модели двоичного древа, после каждого ответа программа отсекает часть неподходящих вариантов и задает уточняющий вопрос. Так происходит пока программа не дойдет до конца двоичного древа, после чего выдает ответ и возвращает пользователя в главное меню. Ответ на каждый вопрос является односложным, с примером вводимого ответа. Это нужно для корректной обработки возможных вариантов ответов, которые пользователь может ввести, так как CLIPS чувствителен к регистру. Сами вопросы построены таким образом, что на них можно дать только однозначный ответ.

Выбор искусственного интеллекта CLIPS для создания экспертной системы обусловлен тем, что она имеет открытый и расширяемый исходный код, проста в освоении и не требует больших затрат времени.

Экспертная система поможет людям в определении глазных заболеваний. Программу можно распространить в отдаленных регионах России, чтобы снизить нагрузку на местных врачей. Экспертную систему можно расширить, добавив заболевания других органов, но с обязательным оповещением пользователя о важности обращения к врачу для постановки точного диагноза, так как определение остальных заболеваний уже не может быть таким точным.

УДК 004.052.42

ПИРЯКИНА А.Г.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ АНАЛИТИКИ СЕТЕВЫХ СОБЫТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире информация является одним из самых ценных активов, и ее защита становится все более актуальной задачей. Одним из аспектов осуществления информационной безопасности является анализ сетевых событий для выявления потенциальных угроз и уязвимостей. Системы безопасности должны обеспечивать своевременное обнаружение аномалий в сетевом трафике, а также обеспечивать их устранение.

Анализ сетевого трафика позволяет получить важную информацию о безопасности данной сети. Основной задачей анализа трафика является расследование инцидентов нару-

шения информационной безопасности [1]. При расследовании данной задачи одной из ключевых задач является локализация сетевых соединений, через которые инцидент развивался и проявился.

В статье рассматриваются существующие методы обработки сетевых событий, применительно систем сбора и корреляции сетевых событий (SIEM-систем). Приводится классификация используемых в современных системах методов корреляции событий, в рамках модуля корреляции, как составляющей SIEM-системы.

Методы корреляции событий безопасности можно разделить на три класса [2]:

− основанные на сходстве;

− пошаговые;

− смешанные.

Методы, основанные на сходстве, сравнивают несколько событий на основе атрибутов, временных меток или фильтров. Основной принцип этой корреляции заключается в том, что группа похожих предупреждений может соответствовать одному типу атаки. Такая корреляция позволяет уменьшить количество обрабатываемых событий.

Пошаговые методы создают цепочки событий, реконструируют действия злоумышленника и анализируют связи между несколькими событиями. Такой класс методов включает методы на основе сценариев, модели предпосылок и последствий, графики и деревья атак, методы на основе статистики и машинное обучение.

Смешанные методы используют комбинацию различных алгоритмов корреляции. Некоторые подходы и системы сочетают в себе несколько методов корреляции событий безопасности без явного преобладания одного над другим.

Существующие методы корреляции позволяют определять одиночные аномалии, однако существуют связанные сетевые события, для которых также необходимо выявлять аномалии. В связи с этим, актуальной является задача разработки метода корреляции, а позднее и ядра для выявления угроз от групп сетевых событий.

Библиографический список

1. Шелухин, О.И. Анализ информативных признаков в задачах обнаружения аномалий трафика статистическими методами/ Шелухин О.И., Судариков Р.А. // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт, 2014. Т. 8. № 3. С. 14-18
2. Kotenko I. Systematic Literature Review of Security Event Correlation Methods / Kotenko I., Gaifulina D., Zelichenok I. // in IEEE Access, vol. 10, 2022, pp. 43387-43420.

УДК 004.031.43

ПОГОДИН О.А., ЕРЗЮКОВ А.Д., МАРТЫНОВ Д.С.

МОДЕЛИ И МЕТОДЫ АНАЛИЗА БИОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СИГНАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Биоэлектрические сигналы – это сигналы, которые возникают в результате электрических явлений на мембране клеток; исследования биоэлектрических сигналов по сравнению с другими видами сигналов можно назвать самыми распространенными в области медицины. За биоэлектрический сигнал принято считать электрический сигнал группы клеток, а не одной конкретной клетки, т.к. для отдельной клетки измерение сигнала практически невозможно; биоэлектрический сигнал может возникать как под действием механических движений в самих клетках, так и от внешнего воздействия электрического тока. Источники биоэлектрической активности располагаются в сердце, головном и спинном

мозге, в скелетных мышцах, в желудке, в глазах и т.д. В зависимости от расположения источника биоэлектрической активности показатели частоты и амплитуды будут отличаться.

Существуют различные направления анализа биоэлектрических сигналов: электрокардиографии (ЭКГ), электроэнцефалография (ЭЭГ), электромиография (ЭМГ). При их выполнении используются близкие технические решения для снятия слабого электрического сигнала с поверхности тела обследуемого, его усиления и фильтрации помех. В настоящее время развиваются цифровые сервисы, позволяющие автоматически обрабатывать регистрируемые данные, накапливать их и использовать в дальнейшем для анализа динамики состояния здоровья людей. Данное направление получила название «телемедицина». Оно получило отражение в разделе «Умное здравоохранение» национального проекта «Здоровье», стартовавшем 1 января 2006 года и в новом, готовящемся национальном проекте по здоровьесбережению.

Комплексный автоматизированный анализ биоэлектрических сигналов, снимаемых с тела обследуемого, позволит существенно повысить информативность проводимого обследования и, возможно, отказаться от использования более дорогостоящих процедур, типа МРТ, поэтому разработка специализированной информационной системы является очень актуальной задачей.

Библиографический список

1. Эшмурадов Д.Э., Магрупова М.Т., Неъматова Д.Х. Оптимальные методы цифровой обработки биоэлектрических сигналов. // «Теория и практика современной науки» - Выпуск 1 (91), 2023 года.
2. Смирнов К. Ю., Смирнов Ю. А. Разработка и исследование методов математического моделирования и анализа биоэлектрических сигналов. [Электрон. ресурс]. - URL: https://dyn.ru/publications/MathematicalMethodsOfAnalysis.pdf (Дата обращения 14.04.2024)

УДК.007.3

ЛОШКАРЕВА М.А, ПОЛЯКОВА А.Ф.

АНАЛИЗ ПРОГРАММ УПРАВЛЕНИЯ ЖИЗНЕННЫМ ЦИКЛОМ ИЗДЕЛИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт,
АО «Арзамасское научно-производственное предприятие «Темп-Авиа»

При создании любой продукции разработчик стремиться обеспечить её высокое качество, уменьшить издержки, рационально распределить временные, человеческие и финансовые ресурсы при проведении работ, всесторонне оценить полученный результат. Для этого имеется необходимость получения полной и достоверной информации обо всем жизненном цикле (ЖЦ) продукции – совокупности взаимосвязанных явлений и процессов изменения состояния продукции при её создании, использовании (эксплуатации) и ликвидации (утилизации)

Особенно важно контролировать ЖЦ и его стадии при создании сложных высокотехнологических устройств с программным обеспечением, например, информационно-измерительных авиационных систем. Вне зависимости от назначения летательного аппарата, все преобразования «исходной» конструкции изделия на всех этапах должны быть задокументированы и иметь возможность «отслеживания».

До настоящего времени широко применяется подход хранения документации в бумажном виде. Однако, компьютеризация и автоматизация процессов позволяет осваивать и

расширять использование электронной документации, что обеспечивает решение таких проблем, как существенные объемы помещений для хранения всей документации и высокая вероятность ошибок из-за «человеческого» фактора. Кроме того, программный код и алгоритмы крайне затруднительно создавать, редактировать и проверять на соответствие требованиям (верифицировать) на бумаге.

Чтобы данный процесс проходил быстрее и был более «наглядным», в системной инженерии (междисциплинарный подход и методы, обеспечивающие создание успешных систем, рассматривающие изделие целиком на всех стадиях жизненного цикла), применяют PLM- (прикладное программное обеспечение для *управления жизненным циклом* изделия) и PDM- (*управление всей информацией* об изделии) системы. Первые системы помогают улучшать качество проектирования, ускоряют запуск продукта, упрощают и ускоряют нахождение ошибок. Вторые, в свою очередь, помогают уменьшить затраты на производство, снизить материалоемкость, обеспечить подтверждение всех процессов, проводившихся с изделием, перед соответствующими надзорными органами.

Очевидно, что использование PDM/PLM систем делает производство быстрее и удобнее для предприятия. Среди отечественных программных комплексов можно выделить такие как: 1С:PDM, Lostia , T-Flex PLM.

Был проведён анализ указанных программ, после чего был сделан вывод, что программный комплекс T-Flex.DOCs является наиболее подходящей для дальнейшей адаптации под задачи контроля ЖЦ изделия с программным обеспечением: например, в связи со сложностями трассировки данных (прослеживаемости изменения информации в нескольких документах различных исполнителей) было бы целесообразно реализовать дополнительный модуль программы, способный в режиме реального времени отслеживать любое изменение, внесенное в определенный документ определенным пользователем и информировать исполнителей других, связанных с исправляемым, документов о том, что требуется корректировка. Обязательным условием является интеграция всех документов в единый проект, созданный на базе T-Flex.DOCs.

Таблица 1. **Отечественные PDM/PLM системы**

Название программы	Преимущества	Недостатки
1С:PDM	Интеграция с платформой; возможность управление доступом к документации	Ограниченный функционал в сравнении с другими PDM/PLM системами; зависимость от платформы 1С
Lostia	Гибкость настроек	Ограниченный функционал
T-Flex.DOCS	Расширенные возможности и индивидуальная настройка интерфейса	Высокая стоимость лицензии; сложность использования

Библиографический список

1. ГОСТ Р 53791-2010. Ресурсосбережение. Стадии жизненного цикла изделий производственно-технического назначения. Общие положения. Настоящий стандарт распространяется на народно-хозяйственные изделия производственно-технического назначения и устанавливает основные положения и порядок установления требований по ресурсосбережению на СЖЦП.
2. Региональная база знаний цифровой трансформации : сайт/ Якутский центр цифровых технологий - URL: - https://wikidigital.sakha.gov.ru/life_cycle_of_is/IS_lifecycle1-Basics (дата обращения 20.04.2024).
3. ГОСТ Р 58048-2017 Национальный стандарт Российской Федерации. Трансфер технологий.
4. Под ред. Ю.А. Гатчина /Сборник трудов молодых ученых, аспирантов и студентов научно-педагогической школы кафедры ПБКС «Информационная безопасность, проектирование и технология Сборник элементов и узлов компьютерных систем». / - СПб: Университет ИТМО, 2015. - (стр 86).

5. САПР СОФТ: официальный сайт - URL: -https://sapr-soft.ru/stati/pdm-sistema-chto-eto-takoe-eyo-naznachenie. (дата обращения 20.04.2024).
6. Информационный сервис РБК КОМПАНИИ : официальный сайт - URL: - https://companies.rbc.ru/news/Rl9hzhDrr1/chto-takoe-plm-ot-proshlogo-k-buduschemu/ . (дата публикации 22 января 2024).

УДК 004.946

РАСКАТКИН Я.А.

РАЗРАБОТКА ВИРТУАЛЬНОЙ 3D-ЭКСКУРСИИ ДЛЯ ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт

В настоящее время эффективным инструментом привлечения абитуриентов становится виртуальный тур по учебному заведению.

Разработка виртуальной экскурсии и внедрение ее на официальный сайт учебного заведения предоставит возможность получить представление о месте будущей учебы, материально-технической базе вуза, студенческой жизни, «пройти» по залам и аудиториям удаленно, так сказать, «сократить расстояние» между будущими абитуриентами и вузом.

Для достижения цели, необходимо решить ряд задач:

- проанализировать наличие бесплатного программного обеспечения для создания виртуальных экскурсий;
- выбрать и обосновать подходы и методы создания 3D-экскурсии, а также используемые материалы и средства производства;
- произвести разработку виртуальной экскурсии в соответствии техническим заданием;
- подготовить техническую и сопроводительную документацию.

В результате анализа, принято решение производить разработку в языке программирования C#, создавать модели элементов с помощью 3D-редактора «Blender»(рис.1), в качестве приоритетного текстового редактора выбрать Visual Studio, а инструментами Android разработки – Unity 3D [1].

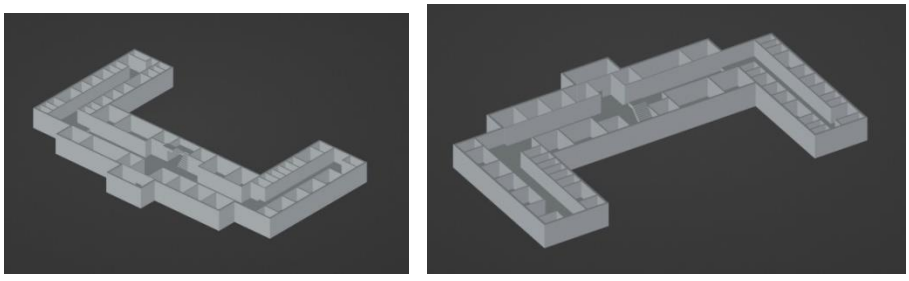


Рис. 1. Условная модель первого этажа института



Рис.2 Съемка 360 панорам всех этажей

1. Томашин Е.Д., Арсентьев Д.А. Особенности разработки игр для виртуальной реальности с использованием Unity Engine и языка программирования C#// Вестник науки. — 2020. — № 1(22). — Том 1. — С. 215–219.

УДК 004.896

РОЖКОВ А.А., КОЗЕЛКОВ А.С., КУРУЛИН В.В., ГЕРАСИМОВ В.Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ГЛУБОКОГО ОБУЧЕНИЯ С ПОДКРЕПЛЕНИЕМ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ЧИСЛЕННОЙ СХЕМЫ РЕШЕНИЯ УРАВНЕНИЯ ПЕРЕНОСА НА НЕСТРУКТУРИРОВАННОЙ СЕТКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Метод глубокого обучения с подкреплением (от англ. Deep reinforcement learning – DRL) относится к классу методов, разработанных для решения задач, ориентированных на задачи принятия решения [1]. В последнее время наблюдается повышенный интерес к DRL методам в области вычислительной гидродинамики. Успешный опыт применения подтверждается возрастающим количеством работ, выпущенных по данному направлению [2]. Наибольшее число публикаций посвящено вопросу применения технологии DRL для предсказания и оценки силы сопротивления в задачах обтекания тел, для моделирования турбулентности, для моделирования уменьшенного порядка и др.

Настоящая работа посвящена применению методов DRL совместно с численным моделированием для решения уравнения переноса на неструктурированной сетке, при этом DRL используется для оптимизации параметров численного алгоритма. В докладе рассмотрены различные подходы к организации процесса обучения в рамках DRL подхода: генетические алгоритмы, обучение с подкреплением и их модификации, включая актёр-критик [2], глубокое Q-обучение [3], DDPG метод [2, 4]. Приведен поэтапный алгоритм и анализ результатов, полученных с использованием обучения с подкреплением. Базой для реализации и численных экспериментов выступает пакет программ «Логос» [5].

Библиографический список

1. Watkins C., Dayan P. Q-learning // Machine learning 8.3-4, 1992, pp. 279–292.
2. Viquerat J., Meliga P., Larcher A., Hachem E. A review on deep reinforcement learning for fluid mechanics: an update // Physics of Fluids, 2022, v. 34, pp.111-301.
3. Mnih V., Kavukcuoglu K., Silver D., Rusu A., Veness J. et al. Human-level control through deep reinforcement learning // Nature, 2015, p. 518.
4. Silver D. et al. Deterministic Policy Gradient Algorithms // ICML, 2014.
5. Tyatyushkina E.S., Kozelkov A.S., Kurkin A.A., Pelinovsky E.N., Kurulin V.V., Plygunova K.S., Utkin D.A., Verification of the LOGOS Software Package for Tsunami Simulations // Geosciences, 2020, v. 10, №385.

УДК 004

РОМАНОВ А.Д., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПО ВЫБОРУ СМАРТФОНА НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА CLIPS

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Смартфон является базовым предметом связи для человека, поэтому его выбор становится сложной задачей из-за множества разнообразия производителей и характеристик. Для решения данной задачи можно воспользоваться помощью экспертных систем.

Экспертная система – это система искусственного интеллекта, которая выполняет конкретную задачу, при этом сопоставляя наборы правил для анализа информации и выработки заключений. В результате она предоставляет возможный вариант принятия решения при определенных входных данных, который вводит пользователь.

Разработанная экспертная система учитывает такие данные как: вариант покупки, бюджет и характеристики смартфона. В результате система поможет выбрать необходимый смартфон, предоставив на выходе список рекомендуемых смартфонов под указанный бюджет и характеристики.

Принцип работы системы заключается в том, что пользователю при её запуске необходимо ответить на несколько вопросов, которые позволяют понять, какой смартфон нужен; как планируется осуществить покупку смартфона; какой бюджет и какие характеристики необходимы. Затем система анализирует ответы пользователя и подбирает список наиболее подходящих смартфонов.

Экспертная система первостепенно рассматривает вариант покупки: сразу, в кредит или рассрочку. Далее рассматривается бюджет пользователя, который он вписывает самостоятельно, затем необходимые характеристики, и система выдаёт список наиболее подходящих смартфонов.

В зависимости от выбранного варианта в первом вопросе часть смартфонов не будут рекомендованы, так, например, если выбрать вариант покупки “сразу” и в дальнейшем вопросе о бюджете вписать имеющееся количество денег (5000-15000 рублей), то система уже не будет предлагать смартфоны, начиная от средних до очень дорогих (от 15000 рублей). Также если выбрать вариант покупки “В кредит” и вписать в имеющееся количество денег сумму около 100000 рублей, то система предложит изменить вариант покупки.

Разработанная экспертная система написана на языке искусственного интеллекта CLIPS. Выбор обусловлен тем, что программная среда предоставляет очень большой набор инструментов и функций, благодаря которым пользователи могут создавать логические правила и продукционные базы знаний. Предложенная экспертная система поможет сделать выбор смартфона быстрым и безошибочным.

УДК 004.896

РУСОВ Н.А.

МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ ПРИ НАВИГАЦИИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА С МОНОКУЛЯРНОЙ СИСТЕМОЙ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Восприятие окружающего пространства представляет собой критически важный аспект для успешной навигации мобильных роботов. Оно служит ключевым источником вдохновения для разработки систем технического зрения, которые имитируют способность человеческого глаза анализировать и интерпретировать окружающую среду. В этом контексте системы с монокулярной камерой привлекают особое внимание, поскольку они способны обрабатывать информацию о среде с помощью одной камеры, что делает их более легкими и компактными, чем системы с использованием стереоизображений.

Для эффективной навигации мобильных роботов с монокулярной системой технического зрения применяются различные методы и алгоритмы. Один из таких методов – выделение высокоуровневых признаков объектов на изображениях, таких как края, углы, текстурные характеристики и другие уникальные аспекты, которые помогают идентифициро-

вать объекты в пространстве. Например, выделение краев может быть основано на алгоритмах детекции границ, таких как оператор Кэнни, в то время как выделение текстурных характеристик может включать методы анализа текстур, такие как матрицы Харалика.

Другим распространенным методом является сопоставление текущих изображений с предыдущими, полученными на различных этапах движения робота. Это позволяет определять перемещение объектов и изменения в окружающей среде, что способствует оценке их пространственных характеристик. Например, сопоставление особенностей, таких как углы или ключевые точки, может использоваться для определения перемещения объектов между кадрами изображения.

Оценка глубины и расстояния до объектов также является важным аспектом восприятия окружающей среды для мобильных роботов. Это может быть достигнуто с использованием различных методов, таких как структура движения, триангуляция или глубокое обучение. Например, структура движения может использоваться для оценки глубины путем анализа изменений в положении объектов между последовательными кадрами изображения.

С развитием искусственного интеллекта и машинного обучения все большую популярность приобретают методы, основанные на использовании искусственных нейронных сетей. Они позволяют обрабатывать большие объемы данных, выявлять сложные зависимости и обучаться на основе полученного опыта, что делает их особенно эффективными в задачах анализа изображений и распознавания объектов.

Интеграция всех этих методов и алгоритмов играет ключевую роль в обеспечении успешного функционирования мобильных роботов с монокулярной системой технического зрения. Они позволяют роботам точно определять пространственные характеристики стационарных объектов в окружающей среде и принимать соответствующие решения в процессе навигации, повышая их автономность и эффективность. Такой подход открывает новые перспективы для развития робототехники и искусственного интеллекта, включая область автономных транспортных средств, роботизированной доставки и исследований в труднодоступных местах. Это также подчеркивает важность дальнейшего исследования и разработки в этой области, чтобы улучшить эффективность и точность этих систем.

УДК 004.023

[1]РЯБКОВ И.Д., [1]КУДАСОВ М.И., [2]АТЯПШЕВА Т.В., [2]АБРОСИМОВ К.И.

ПРИМЕНЕНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА В ИГРОВОМ ИСКУССТВЕННОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ ДЛЯ КАРТОЧНЫХ ИГР

[1]Национальный исследовательский университет «Высшая Школа Экономики»
[2]Национальный исследовательский университет ИТМО

В последние годы всё больше и больше игр внедряют технологии искусственного интеллекта (ИИ) для улучшения пользовательского опыта.

Алгоритмы, вдохновленные природой, в частности генетические алгоритмы – популярный класс ИИ, который активно внедряется в игры. Главная особенность генетических алгоритмов заключается в том, что они не делают никаких предположений о виде функции, которую оптимизируют: она может быть не дифференцируема или даже не иметь математической записи. Данное свойство позволяет решать задачи условной оптимизации, которые часто встречаются в играх: найти оптимальную перестановку карт, распределить очки опыта по навыкам, подобрать оптимальные правила игры и т.д. [1-3].

В рамках исследования была разработана карточная игра, в которой генетический алгоритм являлся антагонистом. На поле раскладывается 4 ряда карт: 2 средних – карты воинов,

2 крайних – карты перемен. Воины сражаются друг с другом, управлять ими напрямую нельзя. Игроки являются богами, в руках которых находятся карты перемен, влияющие на ход сражения (пример: усилить воина напротив, поменять воинов местами и т.д.). Цель – найти такую перестановку карт перемен, которая принесёт божеству наибольшее количество очков опыта (+1 очко за уничтожение воина противника, +1 очко за спасение своего, 12 очков максимум). Данная задача подразумевает использование комбинаторной оптимизации, с которой отлично справляются генетические алгоритмы.

Полученные результаты можно увидеть на рис.1: на нём изображён прирост очков опыта в процессе обучения (усреднённый по нескольким запускам). Прирост оказался достаточно ощутимым (почти +2 очка опыта).

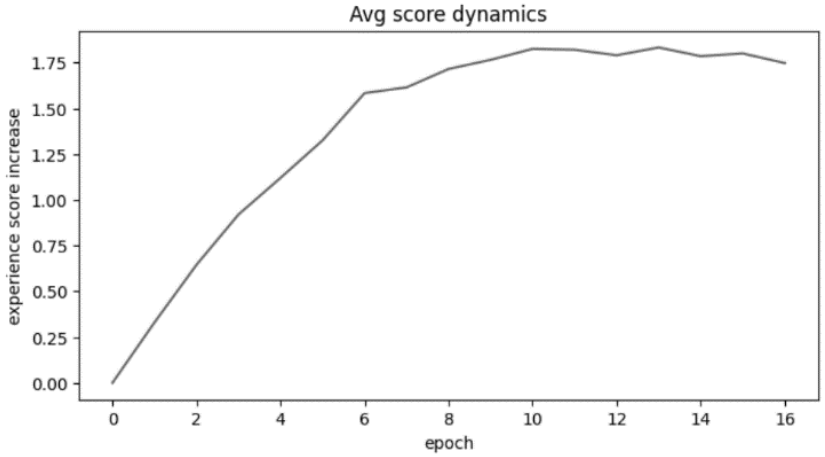


Рис. 1. График среднего прироста очков опыта

В процессе выполнения данной работы были исследованы генетические алгоритмы в игровом ИИ, а также была реализована карточная игра на Unreal Engine 4 с применением данного инструмента. Планируется продолжение данного проекта и использование эволюционных и природных алгоритмов для улучшения игрового баланса.

Библиографический список

1. Mathew T. Genetic algorithm // Report submitted at IIT Bombay. — 2012. — No 4.
2. S Katoch SS Chauhan V. K. A review on genetic algorithm: past, present, and future // Multimedia tools and applications. — 2021. — Т. 80. — С. 8091— 8126.
3. Л. Гладков, В. Курейчик В. К. Генетические алгоритмы. — ФИЗМАТЛИТ, 2022.

УДК 004

ГРИШИНА О. В., РЯБОВА Е.Н.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО ПОСОБИЯ ПО РАЗДЕЛУ «ЭЛЕКТРОСТАТИКА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт

Современный мир стремительно меняется, образование также претерпевает трансформацию под влиянием технологического прогресса. Наряду с классическими учебниками в учебном процессе все более активно принимаются их цифровые собратья – электронные учебники, которые открывают перед учащимися новые возможности в обучении. Все чаще и

чаще студенты при подготовке к аудиторным занятиям обращаются к данным источникам информации. Ведь электронные учебники – это не просто оцифрованные копии привычных бумажных книг, но и интерактивные площадки, богатые мультимедийным контентом и инструментами для активного взаимодействия с материалом.

С этой целью было разработано электронное пособие по физике, содержащее основную информацию по электростатике (рис.1).

Переходя по кнопкам, читатель может изучить те темы, которые ему интересны или необходимы для подготовки к занятиям. Некоторые физические законы объяснены с помощью демонстрационных опытов, которые также представлены в данном электронном пособии. По завершению изучения материала можно пройти тест, который сразу покажет результат.

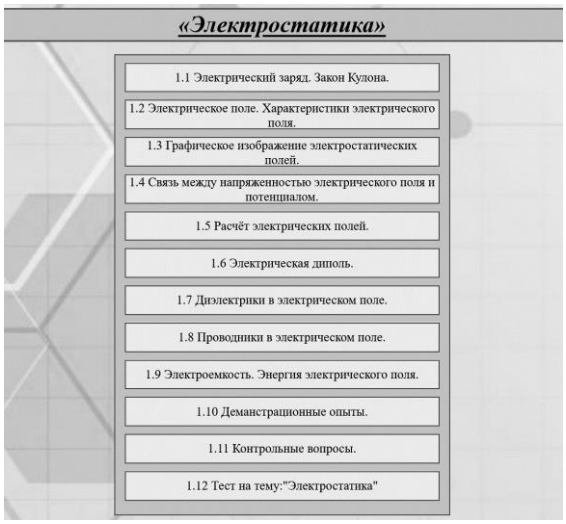


Рис.1. Содержание учебного пособия

Удобство и преимущество данного электронного пособия заключается в том, что весь материал представлен в одном месте, есть система проверки знаний, представленная в виде теста и контрольных вопросов. Если читатель плохо воспринимает прочитанное, можно посмотреть демонстрационные опыты.

При создании сайта был использован язык разметки Web-документов HTML, средства оформления CSS, а для тестирующей программы – язык JavaScript. При оформлении были учтены рекомендации пособия [1].

---

1. Пашкина, Н.А. Введение в компьютерные технологии обучения: учеб. пособие. / Н.А. Пакшина – Нижний Новгород: НГТУ, 2010. – 199 с.

УДК 004

ГРИШИНА О. В., РЯБОВА Е.Н.

СОЗДАНИЕ ЭЛЕКТРОННОГО САЙТА-КВЕСТА: «ФИЗИКА ВОКРУГ НАС»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт

Физика – наука, которая изучает закономерности, общие для всех материальных систем: от величественных галактик до мельчайших атомов. Однако для многих она ассоциируется со сложными формулами и непонятной теорией. Как сделать изучение физики увлекательным и интересным занятием? С этой целью был создан электронный сайт-квест: «Физика вокруг нас».

Перед разработкой сайта были поставлены следующие задачи: повысить интерес к изучению физики у студентов первого курса, продемонстрировать практическое применение физических законов в повседневной жизни, сделать процесс обучения интерактивным и увлекательным.

Продукт состоит из четырех разделов: «ребусы», «загадки», «ученые» и командный тест на тему «Физика вокруг нас» (рис.1).

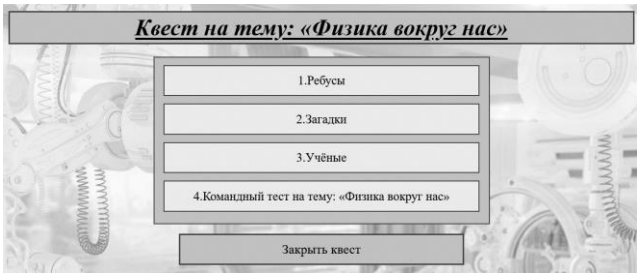


Рис. 1. Главная страница сайта-квеста

Перейдя по вкладкам «ребусы» и «загадки», читатель получит 8 увлекательных ребусов и 10 интересных и несложных загадок, разгадками которых являются физические явления, процессы и формулы.

Нажав на вкладку «ученые», можно узнать информацию о 14 великих ученых, которые внесли огромный вклад в развитии физики, познакомиться с основными открытиями и достижениями этих выдающихся людей. После прочтения рекомендуется пройти тест, чтобы проверить и закрепить свои знания. Сразу после завершения тестирования выводятся результаты с указанием на те вопросы, ответы на которые были даны неверно.

Перейдя в раздел командный тест на тему «Физика вокруг нас» можно открыть следующую страницу (рис.2). Нужно ввести название команд и нажать на кнопку «начать тест». Перед учащимися откроется парный тест, содержащий по 17 вопросов для каждой команды о применениях физических законов в повседневной жизни. После завершения тестирования программа подведет итог и выведет название и количество баллов той команды, которая одержала победу.

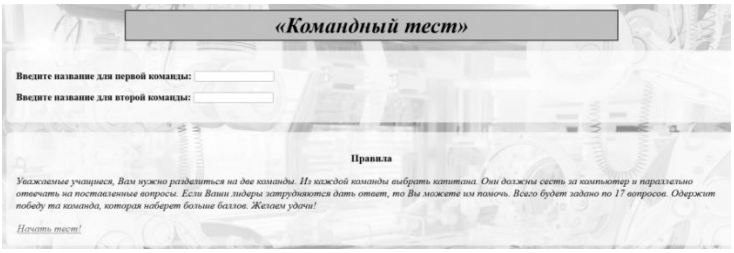


Рис. 2. Командный тест: «Физика вокруг нас»

УДК 004.056

РЯЗАНОВСКИЙ В.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ УЯЗВИМОСТЕЙ КЛЮЧЕЙ ХРАНЕНИЯ ЭЛЕКТРОННО-ЦИФРОВОЙ ПОДПИСИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире использование электронно-цифровой подписи стало неотъемлемой частью многих сфер деятельности, таких как электронная коммерция, банковское дело, государственные и коммерческие организации. Электронно-цифровая

подпись используется для обеспечения подлинности, целостности и конфиденциальности электронных документов и сообщений. Однако, с развитием технологий и повсеместным использованием цифровых подписей, вопрос безопасности хранения ключей подписи становится все более актуальным.

Проблема уязвимостей ключей хранения электронно-цифровой подписи заключается в том, что злоумышленники могут получить доступ к ключам и подделать подписи, что может привести к серьезным нарушениям безопасности и угрозам конфиденциальности информации. Поэтому важно провести исследование уязвимостей ключей хранения электронно-цифровой подписи и разработать меры по их защите.

Целью научно-исследовательской работы является исследование существующих уязвимостей ключей хранения электронно-цифровой подписи, анализ методов защиты ключей и разработка рекомендаций по повышению безопасности ключей хранения.

Для достижения поставленной цели необходимо выполнить следующие этапы исследования:

- Изучение существующих методов хранения ключей электронно-цифровой подписи и выявление уязвимостей.
- Анализ современных методов шифрования и аутентификации для защиты ключей.
- Проведение экспериментов для проверки устойчивости методов защиты ключей к атакам.
- Разработка рекомендаций по улучшению безопасности ключей хранения электронно-цифровой подписи.

В качестве методологии исследования будут использованы анализ научной литературы, математическое моделирование, моделирование атак и проведение практических экспериментов. Результаты исследования будут представлены в виде научной статьи с описанием уязвимостей ключей хранения и рекомендаций по их защите.

Проведение данной научно-исследовательской работы имеет высокую актуальность, так как уязвимости ключей хранения электронно-цифровой подписи являются серьезной угрозой для информационной безопасности. Результаты исследования могут быть использованы для создания более надежных систем защиты ключей и предотвращения возможных атак на электронные документы и сообщения.

УДК 004.415.2.

САННИКОВ Н.А., ЕПИФАНОВ С.А., ЕПИФАНОВА А.С.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ УДАЛЕННОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ С БАЗОЙ ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ АПВЕЛЛИНГОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тщательное изучение и рациональное использование ресурсов континентального шельфа (в частности, при планировании и создании новых портовых комплексов, терминалов, курортных зон, осуществлении добычи нефти и газа, а также развитии морской культуры и рыболовного хозяйства) в современных условиях является весьма актуальной задачей. Ее решение тесно связано с проведением исследований в области прибрежных водных территорий, в частности с изучением процессов водообмена в шельфовых морских зонах. Динамические явления, происходящие здесь, оказывают значительное воздействие на экологическое состояние окружающей среды в морских акваториях. Одним из ключевых процессов,

вносящих значительный вклад в водо- и массообмен шельфовых вод, является апвеллинг – процесс подъема воды из глубин водоема к его поверхности [1].

В работе рассматривается база данных, хранящая регулярно обновляемые сведения о зарегистрированных в литературе случаях апвеллингов в Мировом океане. Схема ее с отношениями между таблицами один ко многим реализована и описана со стороны приложения в виде классов языка Python. Для взаимодействия с базой данных разработано веб-приложение на основе свободно распространяемого фреймворка Django, основным достоинством которого является модульность разработки и наличие готовых систем по защите данных. На данном этапе реализована административная часть приложения. Она позволяет пользователю (или группе пользователей) с правом доступа добавлять, редактировать и удалять информацию из базы данных. Поиск записей осуществляется как с помощью фильтров, так и посредством окна поиска, если требуется сделать выборку по неуказанным в списке параметрам. Также ведется работа над пользовательским интерфейсом. Он представлен в виде интерактивной карты записей наблюдений (рис. 1).

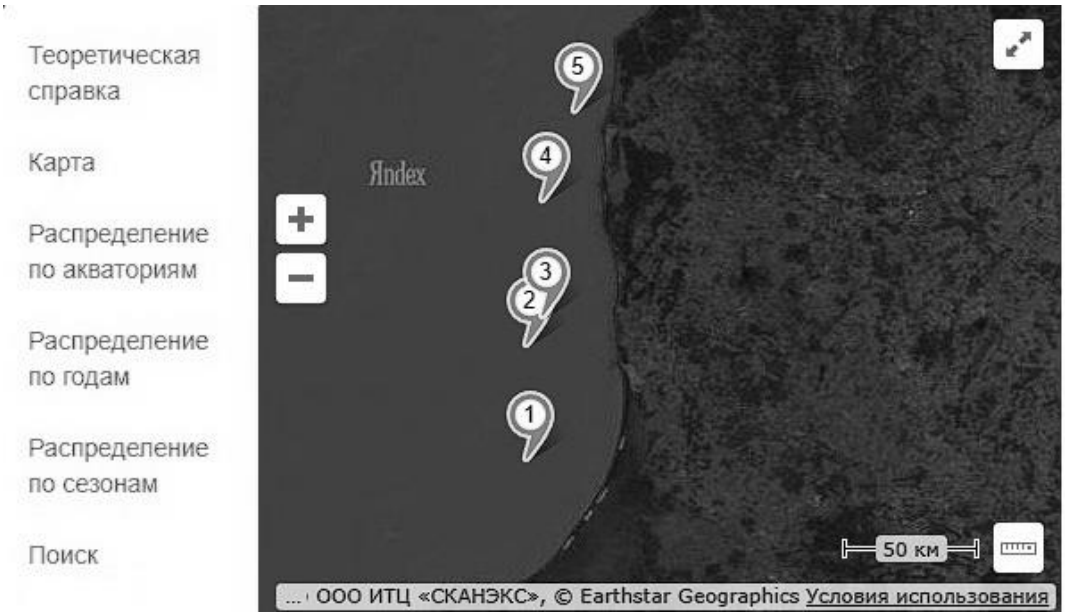


Рис. 1. Пользовательский интерфейс

1. Сапожников, В.В. Механизм образования и развития апвеллинга в северо-восточной части Черного моря (район Анапа-Новороссийск) / В.В. Сапожников, Ю.Ю. Ткаченко, В.И. Денисов // Географические исследования Краснодарского края. – 2007. – С. 136-146.

УДК 004.4'242, УДК 004.89

СЕЛИВАНОВ А.А

ПОДХОДЫ К ПОСТРОЕНИЮ ГЕНЕРАТОРОВ ПРОГРАММНОГО КОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В быстроразвивающейся отрасли разработки программного обеспечения постоянно увеличивается сложность разрабатываемых систем. Со сложностью, также возрастает и объём необходимого кода будущей системы. Поскольку в архитектуре подавляющего большин-

ства программных систем используются типовые шаблоны проектирования (паттерны), проблема растрачивания ресурсов на разработку схожих по структуре компонентов решается при помощи применения автоматической генерации кода. Генераторы программного кода (ГПК) создают код исходя из некоторых формализованных требований к системе, и таким образом уменьшают вовлечённость разработчика и экономят время.

Существуют различные подходы к построению и использованию ГПК, среди которых:

- Шаблонизация: Этот подход заключается в создании шаблонов кода с заполнителями или переменными, которые могут быть заменены конкретными значениями или выражениями.
- Метаязыки и DSL (Domain-Specific Languages): Метаязыки позволяют создавать собственные языки программирования или DSL, специализированные для конкретной области задач. После создания DSL можно написать генератор кода, который преобразует высокоуровневое представление программы на DSL в реальный исполняемый код.
- Генерация на основе моделей (Model-Driven Engineering, MDE): В MDE моделируются аспекты приложения на высоком уровне абстракции, а затем код генерируется автоматически из этих моделей.

В настоящее время, в подавляющем большинстве, ГПК, построенные с помощью данных подходов достаточно эффективно решают задачи по генерации типовых компонентов разрабатываемых решений. Некоторые аспекты использования таких ГПК были рассмотрены в работах Д.В. Жевнерчука [1], [2]. В них были описаны основы синтеза открытых информационных систем на основе онтологического подхода.

Данный подход также можно использовать и для построения ГПК. Генерация программного кода на основе онтологий относится к группе генерации на основе моделей (MDE) и базируется на использовании формальной онтологии, которая описывает семантику предметной области или приложения. В данном контексте онтология – это формальная спецификация понятий, связей и ограничений в предметной области, представленная в виде набора терминов и логических утверждений. Создание онтологии является отдельной сложной задачей, требующей вовлечения архитектора или разработчика.

Также стоит отметить быстроразвивающуюся сферу искусственного интеллекта. С увеличением распространённости и применения искусственного интеллекта в контексте разработки программного обеспечения, исследования в области применения инструментов ИИ к автоматической генерации программного кода являются актуальными. Предлагается использовать технологию нейросетевого моделирования в совокупности с генерацией программного кода на основе онтологического подхода. Данное улучшение позволит более эффективно выполнять формализацию начальных требований к разрабатываемым системам, что в последствии будет способствовать ещё большему сокращению вовлеченности человека в разработку и проектирование сложных программных систем.

Библиографический список

1. Жевнерчук Д.В. Модели стандартизированного профиля открытых информационных систем на основе онтологического каркаса. Системы управления и информационные технологии. – Воронеж. – 2017. – №4(70). – С. 83-87.
2. Жевнерчук Д.В. Обобщенный метод синтеза многокомпонентных интероперабельных структур на основе онтологии и недетерминированного конечного автомата. Информационные технологии / №2. –том. 25. –УДК 004.023. – DOI: 10.17587/it.25.67-74. – 2019. – С. 67-74

УДК 004.05

СЕНЬКИВ Д. А.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ СРЕДСТВ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В БАНКОВСКОЙ СФЕРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В Российской Федерации за последние несколько лет произошло внедрение национальной системы платежных карт, универсальной карты «Мир», наблюдается переход большинства банковских услуг от филиальной офисной модели обслуживания к дистанционной, произошел вынужденный отказ от использования платежных систем Visa и Mastercard, внедрена система быстрых платежей, ведется активная разработка цифрового рубля, объем безналичных операций в 2023 году составил 78% [1]. Одновременно с увеличением цифровизации банковских услуг растет число кибератак на технологические компании (в 2022 году количество атак увеличилось на 20,8% [2] по сравнению с 2021 годом). Все это свидетельствует о том, что роль и качество обеспечения информационной безопасности растёт и необходимо увеличивать количество усилий для защиты систем.

Технологическая часть банковской системы состоит из двух крупных систем: Автоматизированной Банковской Системы (АБС) и Дистанционного Банковского Обслуживания (ДБО), каждый модуль которых затрагивает большое число протоколов. Сложность для обеспечения защиты систем добавляют 2 фактора: наличие гетерогенных систем и 187-ФЗ [3] (субъектам критической информационной инфраструктуры запрещается использовать средства защиты информации производства недружественных стран).

Особое внимание при цифровизации финансового сектора следует уделить средствам обеспечения информационной безопасности (СоИБ). Эффективность СоИБ может снижаться в связи с возникновением нарушений в любом из её компонентов. Практически выявлено, что наиболее негативное воздействие имеет место при появлении ошибок в работе средств защиты информации (СЗИ), входящих в состав системы мониторинга инцидентов информационной безопасности (ИИБ). При этом в течение времени бездействия СЗИ или неправильного их функционирования возникают дополнительные угрозы пропуска ИИБ, реализация которых приводит к снижению эффективности функционирования системы банковского обслуживания. В этой связи необходимо оперативное выявление и устранение причин нарушения в работе СЗИ, что зачастую весьма затруднительно сделать администратору безопасности, а иногда просто и невозможно. Объясняется это наличием множества трудно учитываемых факторов [4], влияющих на процесс функционирования СоИБ и на процесс принятия решений администратором, которые создают у него высокую степень неопределенности.

Надежность средств обеспечения информационной безопасности является критически важной для системы ДБО и АБС. Банки должны использовать наиболее современные технологии и методы защиты, чтобы защитить свои данные и механизмы работы от потенциальных угроз. Многообразие средств обеспечения информационной безопасности, переход на отечественные импортонезависимые решения и сложность интеграции с ними накладывают ограничения на скорость внедрения новых средств защиты, а также усложняют администратору ИБ принятие решения о том, является ли набор событий ИБ или их отсутствие инцидентом или сбоем в работе одного или нескольких средств обеспечения ИБ. Введение дополнительного шага для контроля статуса средств обеспечения ИБ позволит администратору ИБ повысить уровень безопасности системы.

Библиографический список

1. Безналичные платежи в России [Электронный ресурс] // TAdviser. Государство. Бизнес.Технологии.–URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Безналичные_платежи_в_России

2. Актуальные киберугрозы: итоги 2022 года [Электронный ресурс] // Positive Technologies. Исследования. Аналитика. – URL: https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/cybersecurity-threatscape-2022/
3. «К2 Кибербезопасность» и Anti-Malware представили совместное исследование о реализации 187-ФЗ [Электронный ресурс] // Хабр. – URL: https://habr.com/ru/articles/767828/
4. Бондарев, В. В. Введение в информационную безопасность автоматизированных систем [Текст]: учебное пособие /В.В. Бондарев – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2018. – 252 с.

УДК 004.032.26

СЕРГЕЕВ С.О., НАЖИМОВА Н.А.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ В ЗАДАЧЕ ОЦЕНКИ КРЕДИТНОГО СКОРИНГА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Одним из важнейших факторов при принятии банком решения о выдаче кредита и условиях кредитного соглашения является оценка кредитоспособности потенциального заемщика. Многие банки при оценке надежности заемщиков используют скоринговые системы, которые дают возможность быстро принять решение о возможности предоставления кредита.

Кредитный скоринг включает в себя различные методы оценки кредитоспособности клиента, такие как проверка кредитной истории, анализ доходов и долгов, ручной анализ и проверка документов, методы машинного обучения. С развитием искусственного интеллекта к стандартным методам кредитного скоринга прибавились нейронные сети.

Нейронные сети – это форма искусственного интеллекта, которая может обучаться на больших объемах данных и обнаруживать сложные, нелинейные взаимосвязи между данными и кредитным поведением. Этот подход позволяет моделировать очень сложные процессы принятия решений, поскольку нейронные сети могут адаптироваться и уточнять свои предсказания на основе новой информации, что делает их очень эффективными для кредитного скоринга.

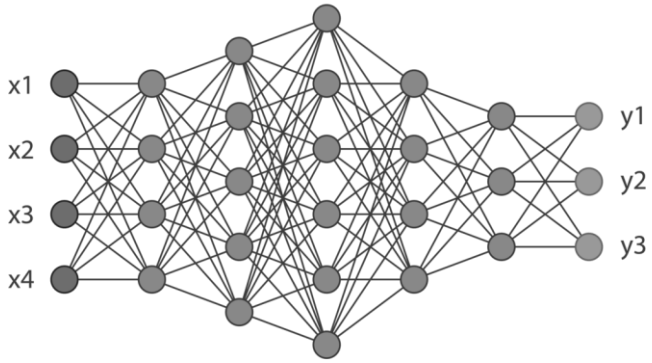


Рис. 1. Схема полносвязной нейронной сети

На вход в нейронную сеть загружают различные признаки заемщика, на выходе она должна предсказать класс заемщика. В отличие от машинного обучения, использующего похожие принципы обучения, нейронные сети, позволяют находить нелинейные и сложные

взаимосвязи между признаками. После обучения нейронной сети и оценки ее работы, при необходимости, вносится корректировка в архитектуру сети или в процесс обучения. Для обеспечения эффективной работы нейронной сети также важно регулярно обновлять и переобучать модель на новых данных, чтобы она могла адаптироваться к изменяющимся условиям и повышать свою точность. Процесс кредитного скоринга с использованием нейронных сетей позволяет выявлять потенциально рискованных заемщиков с более высокой вероятностью, что способствует снижению кредитных рисков для финансовых учреждений. Нейронные сети могут быть использованы для разработки персонализированных кредитных предложений на основе анализа поведения и предпочтений клиентов, что увеличивает их привлекательность и эффективность. На данном этапе развития нейронные сети уже превосходят любой другой способ оценки скоринга, со временем их точность будет только расти.

УДК 004.8

СИДЕЛЬНИКОВ А.В., НАЖИМОВА Н.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОПРОСА ЭФФЕКТИВНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АНСАМБЛЕЙ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ЗАЩИТЫ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование методов защиты нейронных сетей представляет собой важную область исследований, нацеленную на обеспечение надежности и безопасности нейронных сетей. В свете постоянно усовершенствующихся атак, нейронные сети должны быть оборудованы надежными механизмами защиты. Существует несколько алгоритмов защиты нейронных сетей для распознавания лиц, в данной статье будет описан алгоритм использования ансамблей моделей.

Ансамбль моделей – это подход, при котором несколько моделей объединяются вместе для решения одной и той же задачи. Каждая модель в ансамбле может иметь свои собственные преимущества и недостатки, и их объединение позволяет улучшить общую производительность и устойчивость решения.

Принцип работы ансамблей моделей состоит в том, что каждая модель в ансамбле генерирует свое собственное предсказание, а затем эти предсказания комбинируются вместе для получения окончательного решения.

Для создания ансамбля моделей выбираются разнообразные алгоритмы или архитектуры моделей. Это может включать в себя использование различных типов нейронных сетей, ансамблирование алгоритмов машинного обучения или комбинацию различных признаков и техник.

Каждая модель в ансамбле обучается независимо от остальных с использованием своего набора обучающих данных. Это позволяет моделям извлекать различные особенности из данных и повышает разнообразие предсказаний.

Предсказания от всех моделей комбинируются вместе для получения окончательного решения. Это может быть выполнено путем голосования большинства или усреднения предсказаний.

Для обеспечения разнообразия в ансамбле могут использоваться различные стратегии, такие как бэггинг, бустинг, случайные подпространства и др.

Бэггинг (Bootstrap Aggregating) – это метод ансамблирования, при котором несколько моделей обучаются независимо друг от друга на различных подмножествах обучающих данных. Окончательное предсказание получается путем усреднения предсказаний от всех моделей. Бустинг – это метод ансамблирования, который строит последовательность слабых моделей, каждая из которых исправляет ошибки предыдущей модели. Окончательное предсказание получается путем комбинирования предсказаний от всех моделей с весами.

Случайные подпространства – это метод ансамблирования, при котором каждая модель обучается на случайно выбранных подмножествах признаков, а не на всем наборе признаков. Такой подход способствует разнообразию моделей в ансамбле.

При реализации метода защиты нейронной сети для распознавания лиц, можно использовать любой из методов ансамблирования, но чаще всего используют бэггинг.

Этот метод позволяет снизить разброс модели за счет усреднения результатов нескольких моделей, обученных на различных подмножествах данных. Благодаря использованию нескольких моделей, каждая из которых обучается на независимом подмножестве данных, можно повысить устойчивость к шуму и улучшить обобщающую способность системы, и тем самым позволяет говорить об эффективности данного алгоритма при защите нейронных сетей для распознавания лиц.

УДК 004.383.3

СИДЯГИН К.Е., КАРДЫНОВ М.В., КОРЕЛИН О.Н.

ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ НА ОДНОПЛАТНЫХ КОМПЬЮТЕРАХ MANGO PI И BEAGLEBONE BLACK

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большое количество современных технологий, таких как сжатие информации или распознавание, неизменно включают спектральный анализ. Стандартные методы для спектрального анализа дискретизированного сигнала – это ДПФ (дискретное преобразование Фурье) или его разновидность БПФ (быстрое преобразование Фурье).

Цель исследования – решение задачи спектрального анализа на одноплатных компьютерах с разной архитектурой: MangoPi и BeagleBone Black.

Mango Pi – одноплатный компьютер (Single Board Computer), основой которого является 64-х разрядный одноядерный процессор RISC-V архитектуры D1 (Allwinner). Mango Pi имеет «на борту» 1Гб памяти, различные интерфейсы (включая HDMI) и Wi-Fi. Он работает под управлением ОС Armbian (Linux).

BeagleBone Black (BBB) – SBC на базе 32-х разрядного одноядерного процессора ARM A7 (AM3358 Texas Instruments). «На борту» имеет 512Мб памяти, большой набор интерфейсов (USB, micro-HDMI) и контактов для подключения внешних устройств (2*46 PINS). На BBB был установлен образ ОС Debian версии 11.7, с сайта производителя SBC.

Задача спектрального анализа реализовывалась на языке Python 3. За основу был взят проект, описанный в [1]. Для цифрового преобразования сигнала использовалась USB звуковая карта, подключенная к SBC через USB HUB. Программа CoolEdit генерировала синусоидальный сигнал 1 кГц с частотой дискретизации 44100 Гц для отладки алгоритма ДПФ. Сигнал от CoolEdit передавался через кабель 3.5mm jack с аудио выхода звуковой карты компьютера в аудио вход USB звуковой карты SBC. При превышении амплитуды исследуемого сигнала опорного напряжения АЦП наблюдалось срезание верхушек синусоиды, что мгновенно отображалось в виде расширения спектра. Как показал дальнейший анализ, разрядность АЦП в USB звуковой карте 16 бит, а максимальная частота дискретизации составила 44100Гц.

При выполнении задачи были решены проблемы с совместимостью и установкой необходимых библиотек и модулей Python3 (pip3, PyAudio, numpy, matplotlib, wave). Также для Pyaudio потребовалась установка аудиобиблиотеки ввода-вывода portaudio19-dev.

Для отображения графиков спектра использовались разные оконные менеджеры: для Mango Pi – xfce4 и icewm, для BBB – lxqt.

В результате работы программы на экран HDMI монитора, подключенного к Mango Pi, выводится изображение оцифрованного сигнала и результирующий спектр. Для такого же результата на BBB использовалась оконная система X Window System операционной системы Linux, отображающая графические окна с удалённого рабочего стола SBC.

Сравнение обоих SBC показало схожее быстродействие. Таким образом, при выборе конкретного одноплатного компьютера для спектрального анализа необходимо руководствоваться соображениями различия функционала Mango Pi и BBB и приемлемых размеров.

---

1. Audio Processing in Python Part II: Exploring Windowing, Sound Pressure Levels, and A-Weighting Using an iPhone X. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://makersportal.com/blog/2018/9/17/audio-processing-in-python-part-ii-exploring-windowing-sound-pressure-levels-and-a-weighting-using-an-iphone-x

УДК 514.7

БАГАЕВ А.В., СИНЯКОВ Я.С.

ПРОГРАММА ВИЗУАЛИЗАЦИИ АТТРАКТОРОВ СИСТЕМ ИТЕРИРОВАННЫХ ФУНКЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Системой итерированных функций (СИФ) на полном метрическом пространстве (X, d) называется конечное семейство сжимающих отображений $F = \{f_1, \dots f_m\}$. Пусть L – семейство всех непустых компактных подмножеств в X. Относительно метрики Хаусдорфа L является полным метрическим пространством. Согласно теореме Хатчинсона для любой СИФ $F = \{f_1, \dots f_m\}$ отображение $T: L \to L$, заданное формулой $T(E) = f_1(E) \cup f_2(E) \cup \dots \cup f_m(E) \ \ \forall E \in L$, является сжимающим. Следовательно, существует единственное непустое компактное множество $A \in L$, инвариантное относительно F, то есть $f_1(A) \cup f_2(A) \cup \dots \cup f_m(A) = A$. Множество A называется аттрактором СИФ F. Для любого $E_0 \in L$ последовательность $\{T^n(E_0),\ n \in \boldsymbol{N}\}$ сходится в метрике Хаусдорфа к A. Отметим, что аттракторы СИФ могут иметь как простую, так и сложную структуру, являясь в последнем случае фракталом.

Известно два подхода к моделированию аттрактора СИФ – детерминированный и рандомизированный. В первом алгоритме к начальному компактному множеству (например, прямоугольнику) n раз применяется преобразование T. Полученное множество служит визуализацией аттрактора СИФ. Следует отметить, что этот метод предполагает обработку весьма больших массивов нулей и единиц, и потому требует достаточно производительных аппаратных ресурсов. Второй способ в отличие от первого предполагает, во-первых, в качестве начального множества взять одну точку и, во-вторых, на каждой итерации использовать только одно преобразование из СИФ F, выбранное случайным образом. На каждой итерации мы получаем одну точку, которая выводится на экран и используется на следующем шаге. Совокупность выведенных на экран точек служит изображением аттрактора СИФ.

Для визуализации аттрактора СИФ $F = \{f_1, \dots f_m\}$, состоящих из сжимающих аффинных преобразований плоскости, было написано приложение на языке C++ с использованием библиотек windows.h и gdiplus. В его основу положена реализация двух вышеописанных алгоритмов – детерминированного и рандомизированного.

Каждое аффинное преобразование определяется шестью числами, называемыми аффинными коэффициентами. Соответственно, входными данными служит матрица аффинных коэффициентов размера $m \times 6$, определяющая СИФ. Для СИФ, состоящей из преобразований подобия плоскости, есть возможность ввода с клавиатуры данных, определяющих каждое из этих преобразований: коэффициента подобия, координат неподвижной точки, наличие отражения. Кроме того, при выборе рандомизированного алгоритма есть возможность построить аттрактор как с равномерным, так и со случайным распределением точек. В первом

случае получившийся аттрактор называют монофракталом, во втором – мультифракталом, причем получение того или иного распределения можно добиться, если выбирать текущее преобразование с определенной вероятностью. Результатом выполнения программы является изображение аттрактора СИФ, которое можно сохранить в формате png.

УДК 004.415.2.031.43

СОЛЕЕВ А.С., ТАТУС Л.А., МАРТЫНОВ Д.С.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ЛОКАЛЬНОГО КРОВОТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фотоплетизмограмма (ФПГ) — это графическое представление изменений объема крови в микроциркуляторном русле, измеренное с помощью оптических методов. ФПГ – это неинвазивный метод, позволяющий косвенно оценить состояние сердечно-сосудистой системы (ССС) человека и периферическое кровообращение.

ФПГ основана на принципе вычисления разности поглощение красного и инфракрасного частей спектра красными кровяными тельцами крови обследуемого. Данный метод оценки частоты сердечных сокращение (ЧСС) существенно проще в реализации, нежели электрокардиограмма (ЭКГ), и может выполняться в режиме постоянного мониторинга без каких либо ограничений для обследуемого. Именно поэтому данная технология нашла широкое распространение в устройствах, называемых «фитнес-трекерами».

Помимо оценки величины ЧСС, ФПГ позволяет оценивать локальное значение периферического кровообращения и её можно одновременно выполнять по нескольким участкам тела обследуемого. Такой подход позволит выявлять нарушение симметрии в работе ССС. Для выполнения такой обследования требуется разработка программно-аппаратного комплекса (ПАК), одновременно использующего более одного ФПГ датчика.

В рамках научной работы кафедры ВСТ ИРИТ сформирована студенческая группа, выполняющая работу по разработке такого ПАК на микроконтроллере AVR ATmaga328P. В настоящее время участниками команды выполнен обзор литературы по данной тематике, и собран опытный образец прибора. В рамках данной НИРС планируется разработка методов для автоматизированного анализа данных, получаемых от нескольких датчиков.

Библиографический список

1. Данилина О.С., Мнацаканян А.А., Геращенко С.И., Геращенко С.М. Комплекс суточного мониторинга гемодинамических показателей сердечно-сосудистой системы человека // Вестник Пензенского государственного университета. — 2015. — № 3. — С. 114-117. (дата обращения: 19.04.2024).
2. Малыгин, И.А. Обработка графических изображений электрокардиограмм для реализации алгоритмов автоматизированного распознавания / И. А. Малыгин // Время науки – The Times of Science. — 2021. — № 4. — С. 16-27. (дата обращения: 19.04.2024).
3. Иванюгин, М.Р. Методы, способы и аппаратное оборудование для онлайн-мониторинга показателей сердечно-сосудистой системы / М. Р. Иванюгин // Вестник молодого ученого. — 2020. — № 3. — С. 125-128. (дата обращения: 19.04.2024).

УДК 004.415.25

СОРОКИН Д.А., СТОЛЯРОВ Н.А.

РАЗРАБОТКА ПО ДЛЯ РАБОТЫ С ПЛАТОЙ ПО ПРОТОКОЛУ CAN

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

CAN (Controller Area Network) – это промышленный стандарт, для создания распределенной системы управления, который позволяет объединить различные узлы, механизмы, датчики и другие устройства в единую сеть. Протокол CAN является широковещательным, это значит, что все устройства в CAN-сети принимают все передаваемые по шине сигналы.

Для работы по протоколу CAN была выбрана плата PCI-1680U, которая отличается высокой надежностью и простотой в использовании. Плата позволяет реализовать мониторинг и управление продуктами в режиме реального времени, а также обеспечивает связь между цифровыми устройствами и компьютером. Специальное программное обеспечение, разработанное для PCI-1680U, играет ключевую роль в этом процессе, обеспечивая приём и отправку точных и актуальных информационных сообщений для выполнения конкретных задач.

Разработка велась на языке C++ с использованием среды разработки Visual Studio. Программное обеспечение работает следующим образом. Происходит запуск программы, вызывается функция инициализации платы. Для инициализации платы и дальнейшей работы с ней необходимо объявить переменные, что и делается в самом начале. Далее осуществляется поиск платы, если плата найдена, необходимо инициализировать регистры платы, произвести их начальную настройку. Затем необходимо прикрепить вектор прерываний платы к прерыванию с известным номером. Также необходимо прикрепить к этому вектору функцию, отвечающую за приём и отправку информационных сообщений. Таким образом, функция будет вызываться сама по себе, когда плата будет генерировать прерывания, и будет осуществляться приём и отправка информационных массивов.

Структура работы программного обеспечения представлена в виде блок – схемы на рис.1.

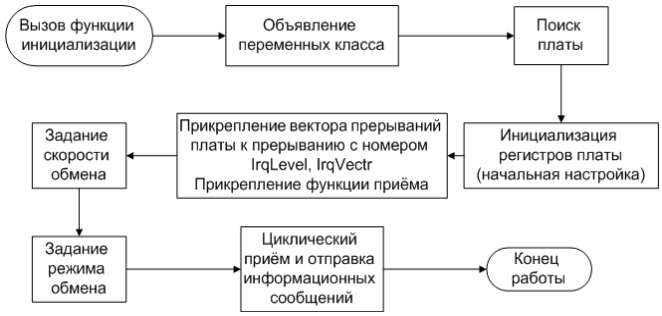


Рис. 1. Структура работы программного обеспечения

В ходе работ разработано программное обеспечение для работы с платой PCI-1680U по протоколу CAN. Произведено тестирование программного продукта для отправки и приёма сообщений по протоколу информационного обмена CAN. В дальнейшем программное обеспечение можно использовать при разработке систем автоматизированного контроля различных изделий.

Библиографический список

1. CAN интерфейс (Controller Area Network). [Электронный ресурс] / https://ahdl-altera.narod.ru/ru/can.htm (Дата обращения: 23.04.2024)

2. Руководство (v2.01) По программированию модулей “mPCIe-CAN” , “PCIe-CAN” [Электронный ресурс] / ООО “Новомар” 2018г http://novomar-spb.ru/assets/files/docs/mpcie-CAN/CAN-BUS-mPCIe_CAN_PG.pdf (Дата обращения: 23.04.2024)

УДК 004

ТАРАСОВА С.Ю., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПО ВЫБОРУ КВАРТИРЫ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА CLIPS

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время выбор жилья стал одним из важнейших аспектов в жизни современного человека, а выбор квартиры является ключевым этапом в процессе обустройства. Однако перед людьми возникает сложная задача из-за множества вариантов на рынке и разнообразия параметров квартир. Для решения этой задачи можно воспользоваться экспертными системами.

Экспертная система – это система искусственного интеллекта, которая выполняет конкретную задачу, при этом сопоставляя наборы правил для анализа информации и выработки заключений. В результате она предоставляет возможный вариант принятия решения при определенных входных фактах пользователя.

Разработанная экспертная система на языке искусственного интеллекта CLIPS учитывает все критерии, необходимые для выбора квартиры, такие как: расположение, площадь, состояние квартиры, процентная ставка, сумма первого взноса. В результате система поможет принять обоснованное решение при выборе квартиры, предоставив на выходе информацию о цене квартиры, размере ипотеки, а также рекомендуемое действие насчет жилой площади.

На рис.1 представлена диаграмма зависимостей переменных экспертной системы. Данная диаграмма состоит модульной базы знаний, описанная продукционными правилами.

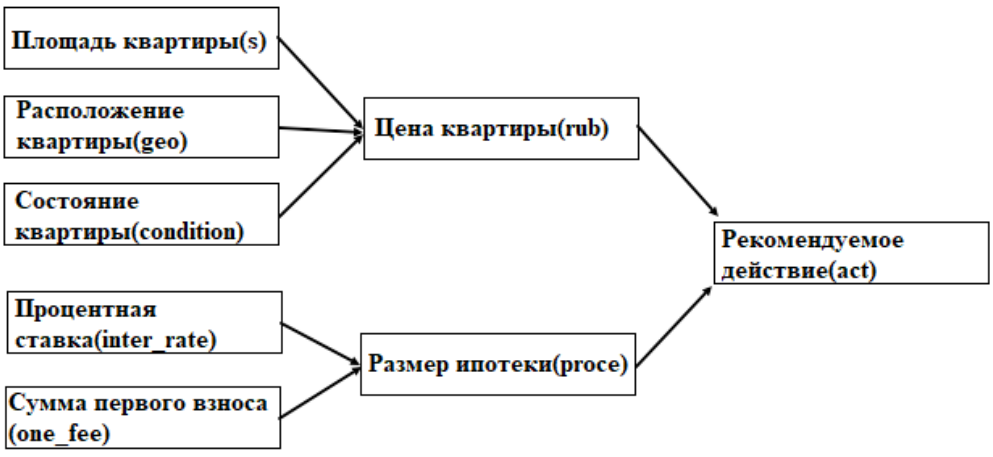


Рис. 1. Диаграмма зависимости переменных экспертной системы

Разработанная экспертная система написана на языке искусственного интеллекта CLIPS. Выбор обусловлен тем, что он имеет открытый и расширяемый исходный код, что обеспечивает возможность создания гибких и настраиваемых решений для различных потребностей пользователей.

Предложенная экспертная система поможет пользователям принимать обоснованные решения при выборе квартиры.

УДК 004.932.72'1

ТИЩЕНКО А.А., ПОПОВ В.А., ЗВЕРЕВ Е.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С ростом вычислительных мощностей увеличивается и эффективность применения нейронных сетей для решения различных практических задач, в том числе для распознавания образов. Одной из подзадач этой области является распознавание движения различных образов на видео. Для её решения уже создано множество программных реализаций (например, YOLO, OpenCV и др.), имеющих различные преимущества и недостатки. Их основная проблема – необходимость адаптироваться под предметную область, тем самым ограничивая список распознаваемых образов. Использование нейронных сетей может обойти данный недостаток за счет большей абстрактности обучающей выборки. Далее описан алгоритм разметки набора данных.

1. С помощью библиотеки OpenCV получаем два последовательных кадра из видеофайла.
2. Оба кадра размываются гауссовым шумом (ядро размытия – {17,17}).
3. Выделяются контуры объектов на каждом кадре.
4. Положение контуров сравнивается, в случае различия (т.е. наличия движения) – пара изображений получает логическую метку True, в противном случае False.

Результатом работы данного алгоритма будет являться следующий формат данных {Image1(X,Y,D), Image2(X,Y,D),Boolean}, где X,Y, D – ширина, длина и цветовая глубина, Boolean – логическое значение, обозначающее отсутствие/наличие движения образа(-ов) между изображениями Image1 и Image2. Изображения параллельно поступают на вход паре идентичных сверточных нейронных сетей. Выходом этих нейронных сетей будет являться одномерный массив в формате слоя Flatten, который в свою очередь будет обработан последовательными слоями нейронов с выходным значением в формате Boolean. Подробная архитектура ансамбля представлена на рис.1.

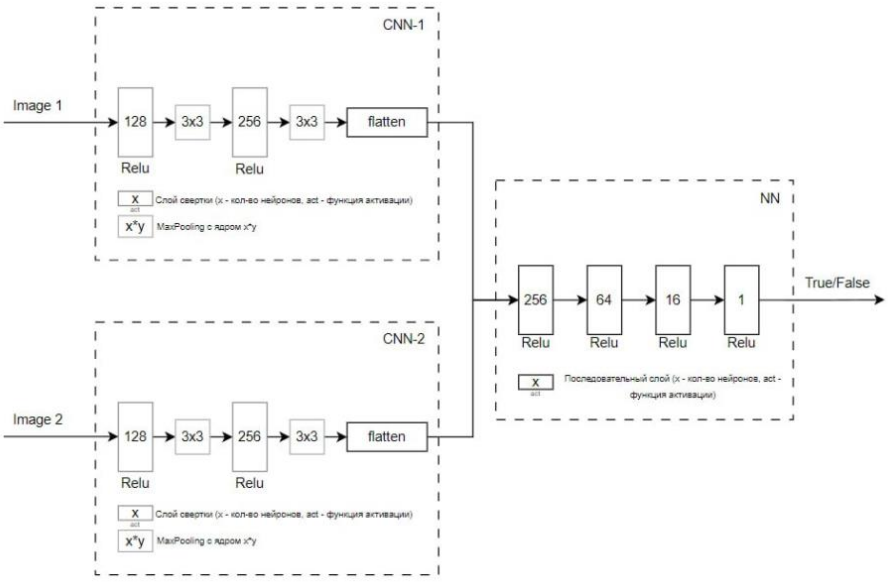


Рис. 1. Архитектура ансамбля

Скорость работы данной модели зависит от вычислительной мощности системы и при высокой степени оптимизации работы с нейронными сетями может работать в режиме близ-

ком к реальному времени. В рамках дальнейших улучшений данной архитектуры требуется разработка экспериментов для определения оптимального набора гиперпараметров модели, проверка теории об эффективном наборе параметров исходных данных (цветовая глубина, разрешения кадра, периодичность детектируемого кадра).

УДК 004.932.72'1

ТИЩЕНКО И.А., КОРНИЛОВ К.Д.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СИАМСКОЙ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сиамские нейронные сети – это архитектура, которая использует две подсети с общими весами для сравнения пар изображений. Они обучаются так, чтобы векторные представления (эмбеддинги) для одинаковых объектов были близкими, а для разных объектов - далекими. Это позволяет эффективно сравнивать изображения и решать задачи, такие как распознавание лиц. В медицине сиамские сети могут быть полезны для классификации медицинских снимков, таких как рентгеновские снимки или снимки МРТ. Примером может быть задача распознавания лиц на рентгеновских снимках пациентов.

Помимо сиамских сетей, существует множество других типов нейросетей, которые также применяются для задач распознавания изображений. Например, сверточные нейронные сети (CNN) широко используются в медицинской диагностике для обнаружения патологий на снимках.

В целом, сиамские нейронные сети представляют мощный инструмент для распознавания изображений, включая медицинские снимки. Их применение может помочь автоматизировать процессы диагностики и улучшить точность анализа.

Для улучшения работы сиамских нейронных сетей можно применить следующие подходы:

- увеличение объема обучающих данных;
- аугментация данных;
- использование предобученных моделей;
- архитектурные улучшения;
- Fine-tuning;
- обработка изображений перед обучением;
- интерпретируемость модели.

Сиамские нейронные сети для распознавания медицинских изображений работают следующим образом:

Обучение сети. Сбор набора медицинских изображений с метками. Создание пар изображений: положительные (два снимка одного пациента) и отрицательные (снимки разных пациентов). Обучение сети сближать векторы одинаковых изображений.

Эмбеддинги и сравнение. Преобразование каждого изображения в векторный эмбеддинг. Сравнение эмбеддингов двух изображений. Определение схожести изображений.

Практическое применение. Автоматическое обнаружение патологий на медицинских снимках. Выявление аномалий на изображениях (рак, УЗИ, МРТ). Идентификация пациентов (сравнение лиц на снимках). Сегментация органов и тканей (опухоли, аномалии). Сравнение медицинских данных (ЭКГ).

Сиамские нейронные сети - перспективный инструмент для распознавания медицинских изображений. Данный вид сетей позволяют автоматизировать диагностику и повысить точность анализа. Дальнейшее развитие и совершенствование технологии обещают значительные результаты в медицине.

УДК 004

ЦЫПЛЕНКОВА Д.П.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОДБОРА УЧЕБНЫХ МАТЕРИАЛОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЧАТ-БОТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире быстрыми темпами развиваются технологии для образовательных целей. Актуальность данной работы обусловлена необходимостью разработки инновационных методов подбора учебных материалов с использованием чат-бота. Современное образование ставит задачу персонализации обучения с учетом индивидуальных потребностей студентов. Рекомендательные системы позволяют автоматизировать этот процесс и предоставлять студентам релевантные учебные материалы, соответствующие их индивидуальным предпочтениям.

Рекомендательная система – это информационная система, представляющая собой алгоритм, анализирующий данные о предпочтениях, поведении пользователя, и предметах интереса для представления индивидуальных рекомендаций. Рекомендательная система должна обладать следующими свойствами:

1) система должна адаптироваться под конкретного пользователя;
2) система должна учитывать текущие предпочтения пользователя;
3) система должна постоянно находить новые области информации и предлагать их.

В ходе данной работы был разработан чат-бот с рекомендательной системой подбора учебных материалов для студентов. Данный бот может собирать персонализированные рекомендации. Для взаимодействия с пользователем используется кроссплатформенный мессенджер Telegram.

Для реализации рекомендательной системы был выбран гибридный подход построения, который объединяет методы коллаборативной и контентной фильтрации. Данный подход позволяет учитывать как предпочтения пользователя, так и характеристики учебных материалов при формировании рекомендаций. Также были выбраны следующие методы для построения рекомендательной системы: метод k-ближайших соседей для реализации коллаборативной фильтрации и косинусное сходство для реализации контентной фильтрации. Стоит отметить, что все действия пользователя с системой сохраняются для создания профиля пользователя.

Метод k-ближайших соседей представлен на формуле 1, где $\hat{r}_{u,i}$ – предсказанный рейтинг пользователя u для элемента i; $Nu(i)$ – множество ближайших соседей пользователя u, которые оценили элемент i; $w_{u,v}$ – мера сходства между пользователями u и v; $r_{v,i}$ – рейтинг, присвоенный пользователем v элементу i.

$$\hat{r}_{u,i} = \frac{\sum v \epsilon Nu(i) w_{u,v} \cdot r_{v,i}}{\sum v \epsilon Nu(i) |w_{u,v}|} \quad (1)$$

Косинусное сходство представлено на формуле 2, где A и B представляют собой векторы признаков для двух объектов, $||A||$ и $||B||$ – нормы векторов. Чем ближе значение $\cos\theta$ к 1, тем более похожи объекты друг на друга.

$$\cos\theta = \frac{A \cdot B}{\|A\| \, \|B\|} \quad (2)$$

Предполагается, что разработанная рекомендательная система будет способствовать повышению мотивации к обучению и активному использованию доступных учебных материалов. Применение чат-бота в образовательных целях позволит значительно упростить процесс поиска информации, делая его более интерактивным и удобным для пользователей.

В заключении стоит отметить, что разработанная рекомендательная система может оказаться полезной для пользователей, которые активно подбирают материалы по своим

предпочтениям или начинают научное исследование в определенной области, что также требует подбора соответствующей литературы.

УДК 004.8

ЧЕКРЯКОВ Д.О.

РАЗРАБОТКА ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСОБЕННОСТЕЙ ЛИЦА С ЦЕЛЬЮ ПОСЛЕДУЮЩЕЙ ГЕНЕРАЦИИ ИНСТРУКЦИИ ПРАВИЛЬНОГО НАНЕСЕНИЯ МАКИЯЖА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существует большое количество различных техник нанесения макияжа и десятки тысяч торговых позиций косметики. Выбор правильного стиля и косметики может быть сложной задачей для многих людей. Кроме того, каждое лицо уникально, и то, что хорошо выглядит на одном человеке, может не подойти другому из-за индивидуальных особенностей лица.

Разработка приложения для формирования инструкции нанесения макияжа по заданным параметрам пользователя с определением особенностей лица имеет большую актуальность на сегодняшний день. Пользователи смогут легко определить, какой макияж подходит именно им, учитывая их индивидуальные черты лица и их пожелания.

Приложение написано на Python 3.7, используется детектор YoloV7 nano, библиотека numpy для построения кривых, модуль socket для запросов и библиотека KivyMD для создания мобильной версии программы. Приложение будет использовать нейронную сеть, обученную на собственном датасете изображений лиц с различными особенностями (разная форма лица, цвет кожи, шрамы, кожные аномалии и различные дефекты лица), чтобы определить каждый элемент лица пользователя и предложить наиболее подходящий стиль макияжа. Готовых датасетов с такими фотографиями нет, поэтому для обучения модели он был собран из фотографий с сайтов “Open images v7”, “Roboflow” а также фотографий из интернета. Изображения содержат лица без дефектов (2200 файлов) и лица с аномалиями (700 файлов), в дальнейшем датасет будет увеличиваться. После обучения модели – происходит тестирование на 200 файлах, которые содержат лица как с аномалиями, так и без них. Фотография с приложения передается на сервер, на котором модель будет распознавать лицо, его элементы и дефекты, затем готовые варианты макияжа, инструкции, либо ошибки отправляются клиенту.

Изначально происходит детектирование лица на фотографии, затем определение ключевых точек: глаза(8 точек), губы(5 точек), нос(4 точки), брови(6 точек). Дефекты сегментируются, и определяется их цветовое отношение к окружению. После этого на основе точек строятся кривые, по которым необходимо наносить макияж.

На основе пользовательских данных приложение сегментирует каждый элемент лица и на основе расположения в пространстве каждого элемента сгенерирует инструкцию по нанесению макияжа, учитывая особенности лица пользователя. Для удобства инструкция будет содержать шаги и видеоуроки с профессиональными визажистами.

Пользователь будет загружать фотографию, либо фотографировать себя непосредственно в приложении, а также сможет указать предпочтения в макияже (натуральный, вечерний, стрелки и т.д.), чтобы получить персонализированную инструкцию, которая будет представлять из себя пошаговое нанесения каждого элемента макияжа как в текстовом виде, так и в виде визуализации на фотографии пользователя.

Таким образом, разработка приложения для формирования инструкции нанесения макияжа с использованием нейронной сети является актуальным и перспективным проектом, который поможет пользователям легко подобрать стиль макияжа, подходящий именно им. Сферы применения приложения – домашнее использование для выбора стиля и обучения ма-

кияжу, косметическое скрытие дефектов лица, использование стилистами для предоставления выбора макияжа клиентам, рекомендации по уходу за дефектами.

УДК 004

ШИРЯЕВ А.И., НАЖИМОВА Н.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ СЛУЖБЫ ДОСТАВКИ ЕДЫ «GOSLINGEXPRESS» В НОТАЦИИ BPMN 2.0

Дзержинский филиал ННГУ им. Н.И. Лобачевского
Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Одним из важнейших этапов проектирования информационный системы в контексте разработки приложения является предварительное моделирование бизнес-процессов. Рассмотрим данный этап на примере приложения службы доставки «GoslingExpress». Обычно данная задача решается в два этапа: 1) построить модель существующего варианта (если возможно), выявить недостатки и найти возможности автоматизации бизнес-процессов; 2) провести реинжиниринг и построить обновленную модель бизнес-процессов.

Рассматриваемая служба доставки имеет пять действующих лиц: администратор, супервайзер, курьер, клиент и ресторан. Для каждого выделена дорожка. Передача информации между ними осуществляется преимущественно с помощью мобильных звонков. Для распределения заказов требуется отдельный сотрудник – администратор.

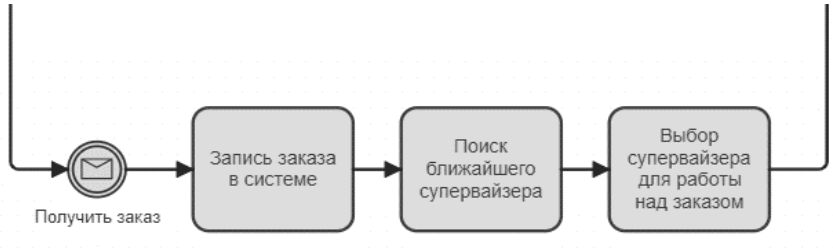


Рис 1. Работа администратора в устаревшей версии

Курьер может принять заказ, только находясь в офисе супервайзера. Оплата возможна лишь при получении, включая наличные. На каждом этапе доставки курьер должен оповещать об этом клиента.

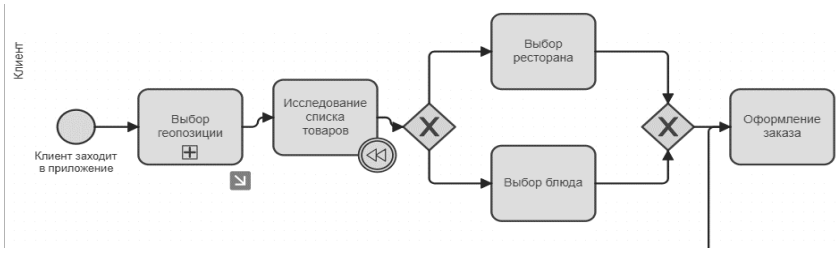


Рис 2. Оформление заказа клиентом в новой версии

В построенной модели AS-IS выделены следующие недостатки, которые следует оптимизировать: слишком много действующих лиц, слишком много телефонных звонков и ручной работы с заказом, курьеру приходится носить терминал или деньги с собой, что делает доставку небезопасной. Служба доставки перегружена, большое количество звонков негативно влияет на моральное состояние сотрудников, что может негативно сказаться на кли-

ент-ориентированном подходе.

С учётом этих недостатков был проведен реинжиниринг, который включает в себя ряд преобразований: сокращено количество дорожек, оставлены дорожки курьера, клиента и ресторана; выбор блюд, ресторана и их оплата производятся на стороне мобильного приложения клиента.

В результате была спроектирована автоматизированная система обработки заказов. При обработке заказа данная система автоматически находит курьера, оформляет заказ у ресторана и оповещает участников бизнес-процесса о каждом этапе доставки.

После обновления бизнес-модели из процесса были исключены администратор и супервайзер. Их функции выполняет автоматизированная система обработки заказов. Курьеру не нужно звонить клиенту о полученном заказе и о приближении к месту доставки. Весь процесс доставки учитывается и контролируется системой. Помимо этого, курьеру не требуется носить с собой дополнительное оборудование или наличные.

УДК 004.052.42

ЯКУНЬКОВ А.В.

АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕАЛИЗАЦИЙ СИСТЕМ МОНИТОРИНГА ПАРКОВОЧНЫХ ПРОСТРАНСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире, где технологии признаны одним из ключевых инструментов для решения ряда проблем, с которыми придется столкнуться в 21 веке, в особенности в городских условиях, вопрос парковки не остался без внимания. Благодаря внедрению модели “умного города” в большинстве городских зон стали появляться “умные” цифровые решения, среди которых - интеллектуальная система парковки.

Ученые из разных стран описывают интеллектуальную систему парковки, как состоящую из нескольких частей систему. В общем виде выделяют следующие уровни многоуровневой архитектуры:

- прикладной уровень;
- сетевой уровень;
- уровень транзакций;
- физические уровни.

Разработка интеллектуальных систем парковки включает три основных компонента:

- датчики;
- протоколы связи;
- программные инструменты.

Датчики играют ключевую роль: они отвечают за сбор данных и их отправление к центральному серверу. Протоколы связи обеспечивают взаимодействие между датчиками и программным обеспечением, объединяя их в единую систему. Программные инструменты позволяют обрабатывать и анализировать данные, а также предоставлять пользователям доступ к информации о состоянии парковочных мест. Например, жители города могут использовать эту информацию для выбора оптимального маршрута и поиска свободных парковочных мест в густонаселенных районах [1].

Для создания интеллектуальной системы парковки используются различные инновационные технологии. Существуют различные подходы и модели таких систем: одни работы сосредоточены на аппаратном обеспечении, другие на вычислительных процессах, структурах или датчиках. За основу для дальнейших разработок можно взять следующие методологии:

- компьютерный анализ[2];
- технологии ZigBee[3];
- искусственный интеллект;
- протокол Bluetooth Low Energy[5].

Преимущества инноваций и будущих интеллектуальных парковочных систем повысят эффективность парковочных систем за счет решения проблем, возникающих в результате урбанизации. Ожидается, что внедрение интеллектуальной системы парковки поможет управлению городом сократить количество пробок и уменьшить затраты на обслуживание стоянок.

Библиографический список

1. Pearre, N.S.; Kempton, W.; Guensler, R.L.; Elango, V.V. // Electric vehicles: How much range is required for a day's driving? Transp. Res. Part C Emerg. Technol. 2011, 19, 1171–1184.
2. Tayyaba, S.; Khan, S.A.; Ashraf, M.W.; Balas, V.E. // Home Automation Using IoT. In Recent Trends and Advances in Artificial Intelligence and Internet of Things; Springer: Cham, Switzerland, 2020; pp. 343–388.
3. Ge, Y.; Zhang, X.; Han, B. // Complex IoT control system modeling from perspectives of environment perception and information security. Mob. Netw. Appl. 2017, 22, 683–691.
4. Ravitej, K.S.; Sukumar, M.M.; Felix, A.Y. // Multimode children tracking—Using ZigBee device. In Proceedings of the International Conference on Computation of Power, Energy Information and Commuincation, Melmaruvathur, India, 22–23 March 2017; pp. 691–694.
5. Johnson, S. // Emergence: The Connected Lives of Ants, Brains, Cities, and Software; Simon and Schuster: New York, NY, USA, 2002.

УДК 004

ЯШАНОВ И.И., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОТБОРА КАНДИДАТА НА ВАКАНСИЮ PYTHON-РАЗРАБОТЧИКА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

На данный момент в связи с увеличением популярности профессии программиста сложилась ситуация с перенасыщением рынка подобными услугами. Для улучшения работы отдела найма специалистов можно использовать экспертные системы для оценки потенциальных кандидатов на вакансии. Данная система имеет высокую ценность для рекрутинговых процессов компании, обеспечивая эффективное и объективное принятие решений при найме персонала.

Экспертная система основывается на анализе нескольких ключевых параметров, таких как опыт работы, знание SQL и Flask API, навыки работы с Git, а также результаты тестового задания, технического собеседования и производительности в период испытательного срока. Это позволяет выявить наиболее подходящих кандидатов, обладающих необходимыми навыками и качествами для успешного выполнения задач в компании. Алгоритм работы данной экспертной системы показан на рис. 1.

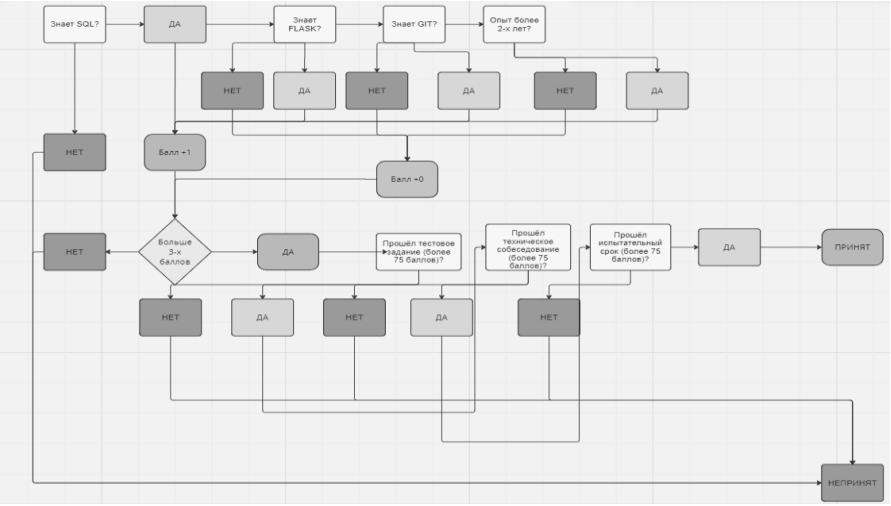


Рис. 1. Схема работы экспертной системы

Проект реализован на языке программирования Python с использованием объектно-ориентированного подхода, а так же средств разработки Telegram-ботов “Telegram”. Для создания структуры данных кандидата был использован класс `Candidate`, содержащий основные атрибуты кандидата и метод для его оценки. Для оценки кандидатов была разработана функция `evaluate_candidate`, которая анализирует входные данные и выдаёт результат о пригодности кандидата для вакансии. Взаимодействие с пользователем осуществляется через мессенджер Telegram, где происходит ввод данных о кандидатах и оценка их характеристик, а на выходе система отправляет решение о найме сотрудника.

Данный проект представляет собой удобный и эффективный инструмент для поддержки рекрутинговых процессов, обеспечивая компаниям возможность быстрого и точного отбора кандидатов на вакансии.

Подсекция 1.5

Техническая кибернетика

УДК 004.05

АЛЕКСЕЕВ И.А.

ПОСТРОЕНИЕ ДЕРЕВА ОТКАЗОВ НА ОСНОВЕ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В качестве основной цели данной работы выступает создание визуального представления системы для оценки связей между компонентами программного обеспечения и рисков, связанных с отказом компонентов.

Решения данной задачи проводилось в несколько этапов:

- создание дерева отказа системы для последующего анализа данной структуры;
- определение соответствия между рисками и компонентами системы на основе данных о компонентах системы.

Разработанное решение можно применить для оценки рисков на стадии детального проектирования архитектуры системы или на стадии конструирования системы. Кроме того, целесообразно применять дерево отказа для оценки рисков как всей системы, так и отдельных компонентов.

Для выявления структуры программного обеспечения необходимо её разбить на компоненты, системы и модули (группы компонентов, выполняющие бизнес требования). Данный подход применим для объектно-ориентированного подхода к программированию.

Для реализации и перестроения дерево отказа с минимальными изменениями будет использован оптимизационный эвристический алгоритм (генетический алгоритм). Данный подход позволяет эффективно преобразовывать дерево отказов с минимальными изменениями, при уже имеющемся дереве отказов в случае изменения структуры проекта.

Для определения соответствия между рисками и компонентами будет предусмотрен как ручной, так и автоматизированный ввод данных. В случае использования автоматизированного ввода данных и оптимизационного эвристического алгоритма (генетический алгоритм) возможно использование типизации для использования его в дереве отказов.

В этих условиях анализ и оценка рисков информационной безопасности позволяет определить необходимый уровень защиты информации, на основе различных экономических данных и рисках компонентов программного обеспечения. Так же позволяет выработать рекомендации по совершенствованию системы защиты и минимизации рисков.

УДК 004.05

БИСЕРОВ А.А., ШАГАЛОВА П.А.

ТЕХНИКИ ТЕСТ-ДИЗАЙНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие технологий и постоянное увеличение сложности программных продуктов требуют более эффективных и комплексных методов обеспечения и контроля их качества. Эффективное тестирование является неотъемлемой частью процесса разработки программ-

ного обеспечения, и для достижения высокого уровня качества необходимо применение различных техник тест-дизайна.

Существует большой перечень методов и техник, способствующих более полному и систематическому покрытию тестирования, однако для исследования были выбраны основные и наиболее распространённые из них.

1. Двумя фундаментальными и связанными между собой техниками являются классы эквивалентности (КЭ) и граничные значения (ГЗ), которые позволяют группировать входные данные, обладающие схожими характеристиками, при тестировании, что упрощает его проведение и точность и позволяет достичь более полного охвата вариантов использования.

2. Техника таблицы принятия решений заключается в, собственно, формировании таблицы, представляющей из себя комбинаторику условий из требований. Этот подход позволяет найти зависимости между тестовыми данными и конечным результатом и решить каким образом можно сократить количество сценариев тестирования. Зачастую данный инструмент используют при проверке требований в достаточно сложных проектах, где необходима оптимизация процесса тестирования.

3. Создание диаграммы перехода состояний является вспомогательной техникой при формировании таблицы переходов состояний, необходимой для последующей разработки тест-кейсов. Прежде всего, данный подход используется при тестировании моделей объектов домена и пользовательского интерфейса, позволяя корректно связать состояния между собой.

4. Метод попарного тестирования используется тогда, когда необходимо протестировать продукт с большим количеством взаимосвязанных входных данных. Для этого используются сторонние инструменты, позволяющие создать таблицу состояний тестируемых параметров и оставить лишь необходимый минимум комбинаций.

5. Доменный анализ – это техника, использующая в своей работе КЭ и ГЗ. Они определяются для каждого тестируемого параметра или объекта, а далее их экземпляры комбинируются между собой, чтобы провести сразу несколько проверок за один тест.

6. Сценарии использования и прогнозирование ошибок являются техниками, основанными на личном опыте специалиста, проводящего тесты. Они подразумевают под собой прогнозирование возможных проблемных мест и анализ поведения пользователя приложения. Таким образом они позволяют предиктивно избавляться от возможных ошибок и выделять наиболее проблемные части программного обеспечения.

Значительная часть описанных техник была применена при разработке тестов для кафедрального телеграм-бота. Ими был покрыт функционал поиска кабинетов занятий по расписанию, функционал рассылки и документооборота, а также пользовательский интерфейс. Был разработан модуль авто-тестов для регрессионного тестирования, насчитывающий ~30 артефактов. С помощью созданных тестов было найдено и исправлено ~20 ошибок.

В целом, у инженера по обеспечению и контролю качества имеется большой набор различных методов, техник и инструментов для создания тестов, однако перечисленные выше являются основными и наиболее результативными. Их практическое применение зависит от специфики проекта, но зачастую все они используются вместе для формирования лаконичной и эффективной тестовой документации и самих тестов, в частности.

УДК 004.056.5

БОЖКО М.Е., ГОРЕЕВ А.Д.

АУДИТ БЕЗОПАСНОСТИ WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ПО ВЫЯВЛЕНИЮ ОТХОДОВ НА ИЗОБРАЖЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В виду интенсивного накопления мусора в России и мире и увеличением роли информационных технологий был разработан сервис «EcoScanNN». Он направлен на выявление

мусора на изображении и дальнейшем информировании инстанции по сбору мусора с целью уменьшения количества отходов, а вследствие этого улучшения экологической составляющей города и планеты.

С развитием цифровизации появляется все больше веб-сервисов, но вместе с этим развиваются способы их вскрытия, из-за чего защита системы является актуальной задачей. Чтобы выявить возможные риски и определить защищённость системы, был проведен аудит безопасности «EcoScanNN». С помощью утилиты nmap, которая исследует сеть и сканирует порты, было выявлено, что открыто четыре порта на сервере, поскольку трафик идет напрямую.

На рис. 1 можно заметить, что есть порт контейнера Docker, в котором находится frontend приложения. Хотя до этого на сайте был установлен ssl сертификат от Let’s Encrypt и включен файервол ufw, который разрешил только порты для ssh, http и https, Docker все равно его игнорировал и оставил порт доступным для всех. Затем был использован Skipfish - сканер безопасности веб-приложений (Рис. 2). Он нашел уязвимости на страницах с хитрым url, на которых отсутствовал ssl сертификат.

```
Nmap scan report for eco-scan-nn.ru (46.151.29.41)
Host is up (0.062s latency).
rDNS record for 46.151.29.41: v1936586.hosted-by-vdsina.ru
Not shown: 996 filtered tcp ports (no-response)
PORT     STATE SERVICE
22/tcp   open  ssh
80/tcp   open  http
443/tcp  open  https
3001/tcp open  nessus

Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 16.76 seconds
```

Рис. 2. Результат работы nmap

```
skipfish version 2.10b by lcamtuf@google.com

  - eco-scan-nn.ru -

Scan statistics:

      Scan time : 0:00:23.910
  HTTP requests : 10885 (460.3/s), 6592 kB in, 2375 kB out (375.0 kB/s)
    Compression : 1144 kB in, 1544 kB out (14.9% gain)
    HTTP faults : 0 net errors, 0 proto errors, 0 retried, 0 drops
 TCP handshakes : 144 total (82.0 req/conn)
     TCP faults : 0 failures, 0 timeouts, 2 purged
 External links : 49 skipped
   Reqs pending : 929

Database statistics:

         Pivots : 806 total, 115 done (14.27%)
    In progress : 627 pending, 20 init, 43 attacks, 1 dict
  Missing nodes : 0 spotted
     Node types : 1 serv, 346 dir, 4 file, 0 pinfo, 388 unkn, 67 par, 0 val
   Issues found : 485 info, 0 warn, 0 low, 1 medium, 0 high impact
      Dict size : 292 words (292 new), 11 extensions, 256 candidates
     Signatures : 77 total
```

Рис. 2. Результат работы skipfish

Обнаруженные слабые места могут привести к таким угрозам как: DDoS и clickjacking атаки.

Для предотвращения утечки данных была использована расширенная версия файервола ufw для Docker, которая добавляет свои правила в конфигурационный файл ufw. Разрешение на использование определенных портов дается только определенным ip адресам. В nginx были добавлены ограничения на размеры буферов и установлено количество лимитов для одновременных соединений, чтобы избавиться от Dos-атак. Затем был установлен заголовок X-Frame-Options, который может предотвратить атаку clickjacking, и применяется заголовок HTTP Strict Transport Security для перенаправления с HTTP на защищенный канал связи.

Dos и DDoS атаки отличаются друг от друга лишь тем, что в первом случае используется одна машина или домен, а в другом случае задействовано большое число устройств.

Безусловно, проведенный аудит – это небольшая часть мер, которые можно предпринять для усиления информационной безопасности, но проводить такую процедуру нужно часто, дабы усилить существующую защиту и предотвратить утечку данных.

УДК 67.02

ГОЛОВАНОВ А.В., ПУГОВКИН Н.Е., БАЛАШОВА Т.И.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ: ПРИМЕР РЕАЛИЗАЦИИ ПРИНЦИПА ХЕЙДЗУНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Принцип Хейдзунка, или «выравнивание», является одним из ключевых инструментов бережливого производства, направленных на оптимизацию производственных процессов

и минимизацию потерь. Суть его заключается в организации производства таким образом, чтобы уровень заказов сглаживался во времени, позволяя избежать резких колебаний и минимизировать несоответствия между производством и реальным спросом.

Программное обеспечение, которое прекрасно соответствует принципу Хейдзунка, – SAP Integrated Business Planning (IBP). IBP представляет собой комплексный инструмент управления предприятием, который позволяет планировать и оптимизировать весь цикл производства и поставок с учетом текущего спроса и возможностей производства [1].

IBP основывается на передовых алгоритмах прогнозирования спроса, которые учитывают динамику рынка и изменения в потребительском поведении. Это позволяет предприятиям адаптироваться к рыночным изменениям и быстро реагировать на них, подстраивая производственные планы в реальном времени [2]. Кроме того, IBP обеспечивает интеграцию данных из различных систем предприятия, что позволяет получать полную картину производственных процессов и принимать информированные решения.

Использование IBP помогает предприятиям добиться баланса между предложением и спросом, уменьшить время переналадки производства и избежать простоев из-за нехватки или избытка товаров на складе. Благодаря гибкости и адаптивности этого программного обеспечения, компании могут быстро перестраивать свои производственные планы в ответ на изменения в рыночной ситуации или потребительских предпочтениях. Это позволяет предприятиям быть более конкурентоспособными, улучшать качество обслуживания клиентов и минимизировать издержки.

Программное обеспечение, основанное на принципе Хейдзунка, является важным инструментом для современных предприятий, стремящихся к оптимизации своих производственных процессов. Примером такого софта является SAP IBP, который помогает компаниям достичь баланса между спросом и предложением, снизить издержки и повысить уровень обслуживания клиентов. С использованием IBP предприятия могут эффективно управлять своими ресурсами, минимизировать потери и повышать свою конкурентоспособность на рынке.

Библиографический список

1. Sandy Markin., Amit Sinha., Sanchit Chandna,Jay Foster. SAP Integrated Business Planning Functionality and Implementation, 2021.URL: https://www.sap-press.com/sap-integrated-business-planning_5338/
2. Информационный портал [Электронный ресурс], URL: https://help.sap.com/docs/SAP_INTEGRATED_BUSINESS_PLANNING/feae3cea3cc549aaa9d9de7d363a83e6/06224454dafe8b24e10000000a4450e5.html

УДК 004.932.721

ГОРДЕЕВ М.М., ТИМОФЕЕВА О.П.

КЛАССИФИКАЦИЯ АРИТМИЙ НА ОСНОВЕ СВЕРТОЧНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Сердечно-сосудистые заболевания представляют огромную опасность для жизни и здоровья людей. Довольно часто врачами диагностируется такое заболевание, как аритмия – нерегулярное отклонение частоты сокращения сердечной мышцы от нормального ритма. Обнаружить это возможно путем регистрации электрокардиограммы. Поэтому автоматиче-

ский анализ ритма сердца является важной и актуальной медицинской задачей в наши дни. Для решения подобного рода задач наибольшую эффективность показали сверточные нейронные сети (CNN), которые хорошо зарекомендовали себя в решении задач распознавания букв и цифр; классификации документов; распознавания патологий по снимкам.

Цель исследования заключается в разработке системы диагностирования сердечных заболеваний на основе сверточных нейронных сетей. Для реализации подобного приложения необходимо решить следующие задачи:

- создать и обучить нейронную сеть, способную классифицировать сигналы экг на несколько классов аритмии;
- провести валидацию обученной модели на тестовом наборе данных;
- построить ROC-AUC кривую, а также матрицу ошибок, чтобы оценить качество классификации.

Прежде всего, загруженные сигналы ЭКГ из открытого набора данных MIT-BIH необходимо преобразовать в изображения, с целью применения слоев двумерной свертки и пулинга, способных эффективно выполнить фильтрацию пространственных признаков, в результате чего может быть получена более высокая точность классификации. Также формат изображений более удобен и привычен врачам для проведения анализа. Чтобы преобразовать полученные из датасета данные в изображения, следует построить и сохранить график каждого биения ЭКГ размером 128x128 в оттенках серого, осуществляя разделение ритма на основе пика зубца Q. Поскольку в датасете имеется небольшое число сигналов, то для того, чтобы избежать переобучения, проводится аугментация полученных на этапе предобработки картинок – искусственное увеличение данных путем поворотов, сдвигов, масштабирования.

Поскольку имеющийся набор данных очень маленький, то производительность обучаемой модели можно улучшить, если изменить пропорцию между тренировочным и тестовым датасетами. Для этого применяется кросс-валидация – техника, при которой набор данных делится на K подмножеств и повторно выполняется обучение с K-1 подмножествами, в то время как валидация проводится на одном оставшемся. И так, до тех пор, пока не будут оценены все K имеющихся подмножеств.

Архитектура создаваемой нейронной сети включает в себя три чередующиеся пары слоев свертки и батч-нормализации, с добавлением после каждой второй из них слоя пулинга – с целью снижения пространственной размерности. На выходе модели добавлены полносвязный слой и функция активации *softmax* с целью проведения классификации выходных нейронов на пять основных классов: PVC (преждевременное сокращение желудочков), PAB (размеренный ритм), RBB (блокирующий удар правой ветви пучка), LBB (блокирующий удар левой ветви пучка), APC (преждевременное сокращение предсердий).

Таким образом, рассматриваемая модель нейронной сети способна выполнять автоматический анализ сердечного ритма, классифицировать аритмию на несколько классов и может быть востребована в медицине специалистами-кардиологами для определения точного диагноза.

УДК 004.415.25

ГОРЕЕВ А.Д.

ГЕНЕРАЦИЯ СИНУСОИДАЛЬНОГО СИГНАЛА НА ZYNQ-7000 С ПОМОЩЬЮ SIMULINK

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы цифровой обработки сигналов требуют эффективного и точного метода генерации синусоидальных сигналов. Одним из наиболее распространенных спо-

собов достижения этой цели является использование программируемых устройств на кристалле Field programmable gate arrays (FPGA), таких как Zynq-7000, в сочетании с различными инструментами моделирования.

Для создания HDL-кода из моделей Simulink важно разработать свою модель или подсистему на аппаратном уровне, сгенерировать HDL-код и выполнить деплой этого кода на ASIC или FPGA. После успешной генерации HDL-кода и проверки его соответствия исходному алгоритму, следует развернуть HDL-код на целевом оборудовании для дальнейшей работы.

Данная тема является крайне актуальной в современной электронике и инженерии. Генерация сигналов различной формы с использованием Simulink и его последующая симуляция в среде Vivado позволяет инженерам и разработчикам проверить работоспособность электронных устройств до их реальной реализации. Этот процесс помогает выявить и исправить возможные ошибки и недочеты в дизайне, ускоряет процесс разработки, снижает риски и экономит время и ресурсы. Изучение данной темы является обязательным для специалистов в области электроники и цифрового проектирования, а также может быть полезным для студентов и исследователей, занимающихся изучением цифровой обработки и моделированием электронных устройств.

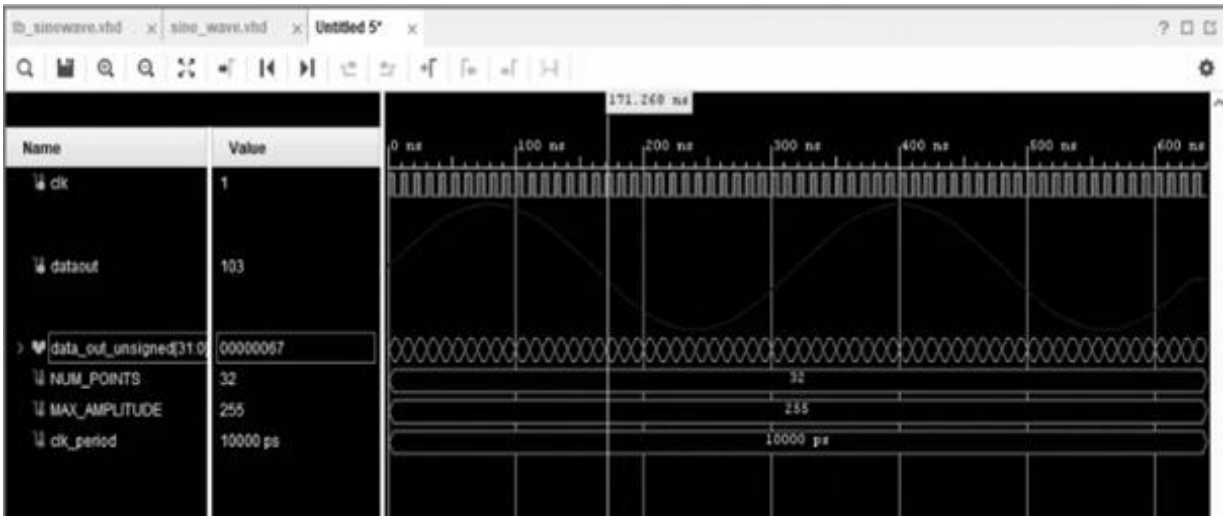


Рис. 3. Результат симуляции в среде Vivado

Генерация синусоидального сигнала на плате Zynq 7000 с помощью Simulink может быть достигнута путем использования встроенных в Simulink блоков для генерации и передачи цифровых сигналов через выходы платы. В зависимости от конкретных требований, можно использовать различные приемы для генерации синусоидального сигнала.

Один из подходов – это использование блока "Sine Wave" для генерации синусоидального сигнала в Simulink. Затем можно использовать блоки для передачи сигнала на плату Zynq 7000 через соответствующий интерфейс, такой как GPIO (General Purpose Input/Output) с помощью ШИМ (широтно-импульсной модуляции) или другие интерфейсы.

Чтобы это сделать необходимо в среде Matlab перейти в раздел Simulink и создать синосоудиальную волну и сгенерировать HDL-код с использованием встроенных инструментов. После этого необходимо перейти в среду разработки Vivado от компании Xilinx и выбрать слева от рабочей области вкладку симуляции и выполнить команду Run Behavioral Simulation. После того как прогрузится результат симуляции можно будет увеличить временную диаграмму, чтобы посмотреть на данные, которые были получены. Кликнув на переменную dataout и выбрав Waveform style указываем, что необходимо представить сигнал в виде аналогового. Также для наглядности был выбран другой цвет сигнала.

В результате проведенной работы была изучена среда моделирования Simulink, создан синусоидальный сигнал в среде разработки Vivado с помощью симуляции кода, который был сгенерирован, автоматически используя дополнительные инструменты создания HDL кода.

УДК 004.9

ДАНИЛОВ Р.О., ШАГАЛОВА П.А.

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алгоритмы управления данными играют важнейшую роль в образовательных системах. Они представляют собой последовательность инструкций, реализуемых для обработки, сортировки и управления большими объемами данных. Длительное время образовательные учреждения добивались успеха, используя традиционные методы обучения. Но с развитием технологий, важность алгоритмов управления данными в образовательных системах неоспорима. Это связано с тем, что алгоритмы позволяют оптимизировать процесс обучения, структурировать большие объемы информации и сделать процесс обучения более ясным и понятным для студентов. Использование алгоритмов управления данными в образовательных системах позволяет автоматизировать рутинные задачи, такие как управление расписанием, контроль посещаемости и т.д. Алгоритмы помогают оптимизировать управление персоналом, контроль бюджета и многие другие задачи, связанные с административной работой. Учитывая, что образовательные учреждения могут быть перегружены данными, использование алгоритмов способствует более эффективной обработки информации.

Системы электронного документооборота играют существенную роль в области алгоритмов управления данными. Использование СЭД позволяет сократить время на обработку документов и увеличить производительность работы подразделений учебного заведения. Это особенно важно, учитывая сложные бизнес-процессы, которые могут быть трудоемкими и подвержены ошибкам. Обработка входящей и исходящей почты, заполнение различных форм и т.д., – все эти ручные процессы можно и нужно автоматизировать. Электронный документооборот, в целом, увеличивает мобильность документов и общую безопасность данных в образовательных организациях. В связи с актуальностью данной темы был разработан компонент, предназначенный для взаимодействия с электронными документами. Разработанный модуль открывает возможности для быстрого заполнения документов для студентов и преподавателей кафедры. Взаимодействие с системой для студентов и преподавателей выглядит таким образом. Пользователь выбирает, к какой категории относится (преподаватель/студент), система выдает список доступных для создания документов, пользователь выбирает необходимый, система последовательно спрашивает пользователя необходимую информацию, пользователь эту информацию предоставляет. Далее на основе полученной информации и заранее заготовленных шаблонов документов система заполняет файл в соответствии с данными и необходимым оформлением, далее происходит отправка готового документа пользователю, пользователь имеет возможность скачать полученный файл. Также был заложен дополнительный функционал по анализу электронного расписания и предоставлению его в удобном виде для студентов и преподавателей. Учитывая важность и актуальность темы разработанный модуль планируется расширять и добавлять новый функционал, который будет способствовать улучшению производительности как студентов, так и преподавателей университета.

В долгосрочной перспективе, алгоритмы управления данными могут революционизировать системы образования, делая их более адаптивными, гибкими и отзывчивыми к меня-

ющимся потребностям студентов и учителей. С помощью данных и алгоритмов образовательные учреждения могут стать более открытыми и прозрачными, обеспечивая качественное образование для всех, а также обучение может стать более целенаправленным, персональным и эффективным. С учетом многообразия возможностей, которые предоставляют алгоритмы управления данными, они становятся неотъемлемой частью образовательных систем.

УДК 004.93

КУЗЬМИН Р.С., ПИГАСИН Д.А., ШАГАЛОВА П.А.

РЕАЛИЗАЦИЯ И ЗАПУСК НЕЙРОННОЙ СЕТИ НА ПЛАТЕ MANGOPI

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время одним из наиболее актуальных и перспективных инструментов анализа данных являются технологии машинного обучения, и, в частности, нейросетевые технологии. Существует множество различных нейросетевых архитектур, отличающихся по количеству, типу слоев и связей между слоями, используемой функцией активации и другим параметрам. Обучение нейронных сетей, особенно сложных архитектур, требует значительных вычислительных и временных ресурсов. Однако после обучения полученная модель может быть развернута и использована для решения требуемой задачи на менее мощном устройстве, например, на одноплатном компьютере.

В рамках данной работы исследована возможность реализации и использования нейросетевого решения на базе одноплатного компьютера MangoPi.

Рассмотрено два подхода к решению поставленной задачи: обучение и запуск собственной реализации простой нейросетевой архитектуры, а также запуск уже обученной сети с использованием средств библиотеки компьютерного зрения OpenCV.

В рамках первого из указанных подходов – обучения и запуска собственной реализации нейронной сети – был написан код на языке C++ для создания трехслойной нейронной сети, выполняющей классификацию подаваемых на вход данных на несколько классов. При реализации использована сигмоидальная функция активации нейронов, обучение выполняется с применением алгоритма обратного распространения ошибки.

Поскольку разрабатывать и собирать код прямо на плате затруднительно, нами был использован кросс-компилятор – инструмент, позволяющий собрать код на рабочей машине под целевую архитектуру. В данной работе для сборки кода под архитектуру risc-v (на базе которой построен одноплатный компьютер MangoPi) использован кросс-компилятор RISC-V GNU Compiler Toolchain.

Для реализации второго подхода, рассматриваемого в статье, использован функционал модуля DNN (Deep Neural Networks). Данный модуль библиотеки OpenCV является средством для работы с глубокими нейронными сетями, позволяющим, в том числе, сохранить и загрузить уже обученную ранее модель. Сохранение обученной модели позволяет записать ее архитектуру, веса и другие параметры в файл на диске. Формат файла может варьироваться в зависимости от используемого фреймворка глубокого обучения (Caffe, TensorFlow или Torch). После сохранения модели ее можно загрузить в любом другом приложении или системе, где требуется выполнять задачи с использованием этой модели. Процесс загрузки восстанавливает архитектуру и параметры модели из сохраненного файла, позволяя использовать ее для обработки новых данных.

Сборка кода библиотеки OpenCV, а также кода программного решения, реализующего загрузку обученной модели из файла и ее запуск, производилась на персональном компьютере с использованием уже указанного ранее кросс-компилятора.

Для копирования файлов с основной машины на плату было настроено подключение к плате удаленно по протоколу ssh.

В результате проведенной работы на плате MangoPi была успешно запущена нейронная сеть. Собственная реализация архитектуры оказалась трудозатратным и недостаточно гибким решением, гораздо более простым явилось использование возможностей библиотеки OpenCV для запуска сети, обученной с применением другого фреймворка.

УДК 004.414

ПАРАМОНОВ А.С., СОКОЛОВА Э.С.

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ТРАНЗИТА УПРАВЛЕНИЯ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМИ ЛЕТАТЕЛЬНЫМИ АППАРАТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Беспилотные летательные аппараты широко применяются для выполнения трудозатратных, рутинных операций, сопряженных с риском получения травм человеком. Наблюдается тенденция отхода от идеи применения малого количества сложных и уникальных аппаратов с централизованным управлением и переход к использованию большого количества простых и модульных аппаратов с децентрализованным сетевым управлением. Актуально обеспечение непрерывности взаимодействия узлов топологической сети БПЛА, безопасности передачи сигнала между узлами, обеспечения целостности, доступности информации. Предлагается подход, осуществляющей резервирование источника управления с помощью транзита управления другому управляющему субъекту с целью сохранения целостности и доступности обмениваемой с БПЛА информации. Решается задача распределения ролей и политик доступа субъектам и группам субъектов управления с целью сохранения конфиденциальности служебной информации и разграничения доступа к среде управления. В этой связи необходимо рассмотреть и минимизировать потенциальные угрозы вредоносного воздействия.

В ходе выполнения работы, было выделено 2 категории угроз[1]: намеренного вредоносного воздействия (НВВ) и непреднамеренного вредоносного воздействия (НПВВ). Основными угрозами НВВ, связанными с работой сети БПЛА, являются: перехват и просмотр передаваемой информации между БПЛА - БПЛА или БПЛА - наземной станцией, модификация транслируемой информации или сигналов управления, наличие помех, а также спуфинг и поддельные точки доступа.

Основные угрозы непреднамеренного вредоносного воздействия: утрата сигнала, ошибки в управлении приводящие к столкновению с препятствием, выработка заряда АКБ сверх допустимой для успешной посадки нормы.

Несмотря на то, что существует ряд сетевых протоколов, позволяющих реализовать систему управления в качестве надстройки над самим сетевым протоколом, например IP, в рамках решаемой задачи был рассмотрен обобщённый способ реализации подхода передачи управления в сети БПЛА с целью повышения универсальности применения данного подхода. Прежде, чем определять процедуры предотвращения реализации угроз ИБ системе группового управления (СГУ), в ходе выполнения работы, были выделены структурные составляющие системы: непосредственно сам беспилотный летательный аппарат, ИИ

БПЛА(все значимые модели БПЛА, как правило, имеют ИИ: автопилот, распознавание препятствий и безопасный путь), система группового управления (СГУ), которая может быть как интегрирована в БПЛА, так и дооснащать дроны для расширения их функциональности (обеспечивает радио-сетевое взаимодействие с другими СГУ, БПЛА и станциями управления), ИИ СГУ (обеспечивает конфигурацию сети БПЛА и логическое управление), станция управления.

Сам же программно-аппаратный комплекс сети БПЛА, было решено разделить на 3 категории: субъекты управления – компоненты системы, которые могут принимать решения, объекты управления – компоненты сети, представленные оконечными БПЛА неоснащёнными СГУ или так называемыми узлами “последней мили”и точки ретрансляции сигнала (ТРС) – компоненты сети, которые могут как принимать сигнал, так и передавать его другим узлам.

Так как для решения ранее указанных задач ИБ, между СГУ всех БПЛА передача данных должна осуществляется по доверенному соединению, в ходе выполнения работы был разработан алгоритм подключения между СГУ. Алгоритм основан на обмене маркерами доступа, получение которых запускает процедуру установления соединения. В ходе процедуры системы группового управления, установленные на подключаемых БПЛА, получив маркер доступа, обмениваются ID и проверяют его наличие в своей таблице. Затем в случае его нахождения или наличия заданной политики, позволяющей дальнейшее подключение, обмениваются сгенерированными ключами доступа и псевдослучайными последовательностями (ПСП), попутно синхронизируя их и выполняя проверку путём наложения полученного ключа на синхронный. В случае получения исходного ключа и ПСП, доступ считается установленным.

Также, в ходе выполнения работы, были определены принципы передачи управления между субъектами в СГУ БПЛА. Они включают в себя: разграничение учётных записей, позволяющее создавать новые УЗ; назначать им права создания и\или редактирования других УЗ и возможность устанавливать соответствующие политики или самостоятельно принимать решение при запросе добавления БПЛА в сеть. Так создаётся сеть доверенных учётных записей, препятствующая угрозам ПВВ в виде несанкционированного внесения изменений в конфигурацию системы.

В случае реализации угроз НПВВ (утрата управляющего сигнала или ошибка в управлении), предлагается подход, согласно которому система делает выбор: передать управление ИИ БПЛА для включения автопилота, самопосадки и/или самовозврата или ИИ СГУ для попытки облета позиций, с которых потенциально можно установить соединение с ТРС. При выработке заряда АКБ ниже допустимой для успешного возврата нормы, управление однозначно передаётся ИИ БПЛА.

Подход к транзиту управления при реализации угроз ПВВ в виде создания помех схож, но основан на постоянном анализе коэффициента k сигнал/шум доступных каналов. Предлагается метод, при котором СГУ просто переключается на канал с лучшим k, некоторое время удерживая соединение с предыдущим каналом. Это позволяет осуществлять бесшовный переход между ТРС.

Таким образом, в ходе проведения работы были рассмотрены и предложены подходы к передаче управления, разделению доступа и процедуре установления доверенного соединения.

---

1. Интернет-трафик(мировой рынок). Прогноз Cisco на 2021 год // Tadviser / URL: https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-трафик_(мировой_рынок)/ (дата обращения: 29.01.2024).

УДК 004.414

ПИГАСИН Д.А.

АЛГОРИТМ ПОИСКА ЛЕГКОВЕСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ НЕЙРОННОЙ СЕТИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ КЛАССИФИКАЦИИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Практика показывает, что нейронная сеть, разработанная для классификации небольшого числа объектов, может иметь существенно меньше параметров и более высокую скорость исполнения, чем универсальные решения, созданные на базе ImageNet, при сопоставимой точности. Использование оптимальных моделей глубокого обучения особенно важно на мобильных и встраиваемых платформах, так как их ресурсы довольно сильно ограничены. Целью данной работы является разработка алгоритма поиска легковесной архитектуры нейронной сети для решения конкретной задачи классификации изображений.

В качестве набора данных для проведения экспериментов была взята подвыборка FERPlus из 5 классов: anger, happiness, neutral, sadness и surprise. В результате анализа существующих моделей (табл. 1) было выделено 2 лидирующих архитектуры: MobileNet (скорость исполнения) и VGG11 (точность). Опираясь на них, были определены базовые блоки (рис. 1), используемые для построения моделей во время поиска оптимальной архитектуры. Сам алгоритм поиска был реализован на базе Hyperband. В процессе перебора он изменяет количество и порядок соединения блоков, тип (a или b), количество фильтров свёрточного слоя и способ понижения размерности (нет, stride=2 или MaxPooling2D) каждого из них.

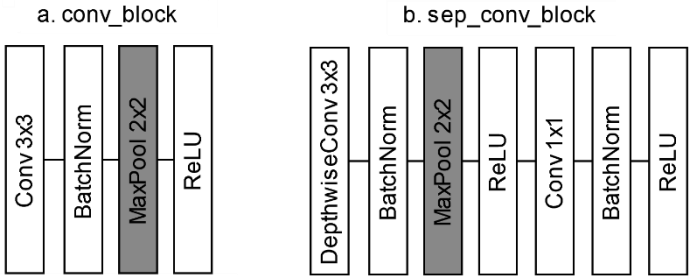


Рис. 1. Структура базовых строительных блоков модели

Таблица 1

Сравнение различных архитектур нейронных сетей на наборе данных FERPlus-5

Model (96x96)	Params	Accuracy	Balanced Accuracy	i5-8250u, ms	UHD 620, ms	NCS2, ms
EmoLiteNet	**0.58M** (1x)	88.15%	87.97%	**0.81** (1x)	**1.23** (1x)	**4.85** (1x)
MobileNet	3.23M (5.6x)	87.19%	87.45%	1.56 (1.9x)	1.83 (1.5x)	7.42 (1.5x)
NASNetMobile	4.27M (7.4x)	86.39%	86.59%	6.18 (7.6x)	12.99 (10.6x)	33.86(7x)
EfficientNetV2B0	5.93M (10.2x)	86.95%	87.13%	3.34 (4.1x)	4.90 (4x)	22.84(4.7x)
DenseNet121	7.04M (12.1x)	88.01%	88.10%	6.74 (8.3x)	8.60 (7x)	17.87(3.7x)
VGG11	7.64M (13.2x)	**88.71%**	**88.68%**	17.86 (22x)	8.75 (7.1x)	24.15 (5x)

В результате перебора более 200 вариантов была найдена модель EmoLiteNet, которая существенно превосходит рассмотренные решения по всем показателям, лишь немного усту-

пая VGG11 по метрикам точности. EmoLiteNet легла в основу системы распознавания эмоций на базе одноплатного компьютера Raspberry Pi 3B+ и VPU Intel Neural Compute Stick 2, благодаря чему удалось обеспечить ее работу в режиме реального времени.

Таким образом, эксперимент по разработке алгоритма поиска легковесной архитектуры нейронной сети для решения конкретной задачи классификации изображений можно считать успешным. В будущем данный подход может быть доработан путем добавления новых базовых строительных блоков и связей между ними.

УДК 004.9

СИМОНОВ Р.А., ШАГАЛОВА П.А.

DEVOPS В УПРАВЛЕНИИ ИТ-ИНФРАСТРУКТУРОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные требования к информационным технологиям в учебных заведениях ставят вопрос о необходимости инновационных подходов к управлению и поддержке систем и приложений. DevOps становится ключевым инструментом, направленным на оптимизацию процессов поддержки, повышение надежности систем и обеспечение непрерывного функционирования образовательной инфраструктуры. Образовательные учреждения сталкиваются с растущей необходимостью развивать информационные технологии для улучшения образовательного процесса. В этой связи DevOps, объединяет разработку и обслуживание, предоставляя интегрированный подход к управлению ИТ-системами. Применение DevOps в образовательных заведениях может принести ряд преимуществ.

Предлагаемый подход для автоматизации в учебных учреждениях представляется следующим алгоритмом, последовательностью поддержки и разработки систем.

Исходный код должен храниться в системе контроля версий, и все последующие взаимодействия с кодом происходят именно в ней, в том числе внесение правок, доработки и т.п. Процесс сборки приложения из исходного кода осуществляется с использованием инструмента непрерывной интеграции Jenkins. После этого приложение упаковывается и применяется контейнеризация для доставки в целевую среду. Далее проводится тестирование (модульное и интеграционное). В случае неудачного сценария на этапе тестирования производится анализ, и после этого запускается этап обновления, где исходный код дорабатывается, учитывая выявленные проблемы приложения. Затем проводится повторное тестирование. В случае успешного сценария тестирования приложение развертывается в информационно образовательной среде. Если проблем не обнаружено, приложение готовится к выпуску. В случае неудачного сценария система направляется на этап анализа, где решаются проблемы развертывания. Если в процессе мониторинга выявлены неудачные сценарии, все данные (журналы, отчеты об ошибках) передаются разработчикам на анализ, и приложение отправляется на доработку или обновление.

Подход к внедрению автоматизации развертывания приложений становится фундаментом создания гибкой и безопасной информационно-образовательной среды. Этот подход также играет ключевую роль в формировании культуры инноваций в образовании, способствуя успешной адаптации к изменениям и поддерживая лидирующую роль учебных заведений.

Данный подход реализован при проектировании и разработки автоматизированной системы (АС) бота, который включает в себя: документооборот (система электронного документооборота (СЭД)) и консультацию на базе машинного обучения. СЭД позволяет на осно-

ве введённых данных пользователем сформировать необходимый комплект документов для прохождения нормконтроля, а также заполнить типовые документы. Методология DevOps позволяет избавиться от ручной рутины, тем самым повысить отказоустойчивость, так как исключается человеческий фактор при работе с инфраструктурой, где размещена АС.

Таким образом, DevOps является важным инструментом для повышения эффективности и надежности образовательных систем и приложений, а также для улучшения образовательного процесса в целом. Кроме того, DevOps улучшает сотрудничество и обмен знаниями между командами, что ведет к более инновационным и эффективным решениям. Тем самым делая образовательный процесс, более гибким и современным.

УДК 378.2

ЦВЕТОВА Е.Ю., ШАГАЛОВА П.А.

РАЗРАБОТКА ЧАТ-БОТА ДЛЯ АБИТУРИЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

МАОУ «Лицей №38»
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время чат-боты активно используются в образовании, в вузах такие виртуальные помощники отвечают на вопросы абитуриентов о направлениях подготовки, количестве бюджетных мест, датах приема документов, наличия мест в общежитиях. Чат-бот имитирует виртуального собеседника, мгновенно отвечая на вопрос пользователя через мессенджеры, сайты, мобильное приложение. Чат-боты позволяют общаться с большим количеством людей, давая быстрый ответ на вопрос в любое время, круглосуточно оставаясь на связи. Методы машинного обучения позволяют разработать интеллектуальный чат-бот, обработать большое количество вопросов и повысить качество ответов на заданные вопросы.

При разработке чат-бота для абитуриентов в работе решается задача классификации, суть которой заключается в том, что на вход модели-классификатора подается набор признаков объекта (например, представленных в виде вектора), и модель должна присвоить объекту метку или номер класса. В результате проведенных исследований были поставлены и решены следующие задачи: создание модели чат-бота на языке программирования Python в среде разработки PyCharm Community; создание датасета для обучения модели чат-бота; разработка алгоритма работы чат-бота; подбор технологий для обучения и тестирования модели чат-бота; внедрение чат-бота в мессенджер Телеграмм.

Важным этапом подготовки данных является их предобработка – преобразование необработанных данных в формат, понятный и пригодный для дальнейшего анализа алгоритмом. Для предварительной обработки текста в работе использовано две библиотеки, написанные на языке Python: pymorphy и pyaspeller. Первая библиотека позволяет выполнить приведение слов к их словарной форме (лемматизация), вторая выполнить поиск и исправление орфографических ошибок. Предобработка текста позволяет повысить эффективность работы моделей машинного обучения.

В качестве инструмента для машинного обучения выбрана библиотека Scikit-learn, специализирующаяся на алгоритмах обучения с учителем, используемых, в частности, для решения задачи классификации. В библиотеку входят множество методов и алгоритмов в анализе больших данных. Анализ методов показал, что наиболее популярным методом, дающим хорошие результаты, является метод опорных векторов, определяющий гиперплоскость, разделяющую все классы объектов.

Для обучения и тестирования модели был создан датасет. В рассматриваемой задаче датасет представляет собой набор интентов – множество однотипных вопросов пользователей, относящийся к одному классу, и соответствующего ответов чат-бота. Модель в процессе обучения выявляет внутренние закономерности в данных, представленных в датасете, и классифицирует вопросы пользователя к одному из классов. Подготовленный датасет для обучения охватывает широкий круг вопросов – алгоритм подачи документов при поступлении, направления подготовки, проходные баллы, наличие общежития, сроки подачи документов и многое другое. В результате исследований разработан датасет, в котором вопросы абитуриентов разбиты на 20 классов в соответствии ключевым словам. В результате обучения и тестирования модели, основанной на методе опорных векторов, было получено значение показателя точности, равное 84%. Практическая ценность работы заключается в упрощения работы с абитуриентами. Учащиеся активно используют мессенджеры для общения, и наличие чат-бота вызовет интерес и привлечет абитуриентов в НГТУ.

СЕКЦИЯ 2

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Подсекция 2.1

Автоматизация систем электрооборудования

УДК 621.31

АЛЬ ШАХЕРИ АММАР МУСА, ШАРЫГИН М.В., ДЖЕРИУ АХМЕД САХИБ НАДЖИ

АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ ПРОДОЛЬНОЙ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ С РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Увеличение масштаба внедрения возобновляемых источников энергии, распределенной генерации в распределительной электрической сети 6-35 кВ меняет традиционную парадигму релейной защиты (РЗ) из-за реверсивного протекания тока как в допустимых, так и в аварийных режимах. Следовательно, требуется разработка новых алгоритмов работы устройств РЗ для обеспечения требуемой надежности работы распределительной сети: устойчивости нагрузки, генераторов за счет повышения чувствительности, быстродействия РЗ, минимизации ложных срабатываний.

Для ответственных участков распределительной сети, где требуется быстрое отключение замыканий требуется быстродействующая РЗ, основой которой может стать цифровая продольная дифференциальная РЗ. Ее работа основывается на первом законе Кирхгофа: интеллектуальные электронные устройства (ИЭУ), установленные на фидерах сети, сравнивают значения токов, измеренных трансформаторами тока начале-конце зоны защиты. Если разница токов превышает пороговый уровень, это означает, что в данной зоне произошло короткое замыкание и необходимо отключить все выключатели данной зоны. В традиционной системе РЗ каждое устройство РЗ абсолютной селективности работает отдельно от других устройств и контролирует только свою зону защиты. В соответствии со стандартом МЭК 61850 есть возможность обмена информацией по каналам связи между всеми устройствами РЗ, что позволяет расширить информационную базу для принятия решений за счет этих устройств [1].

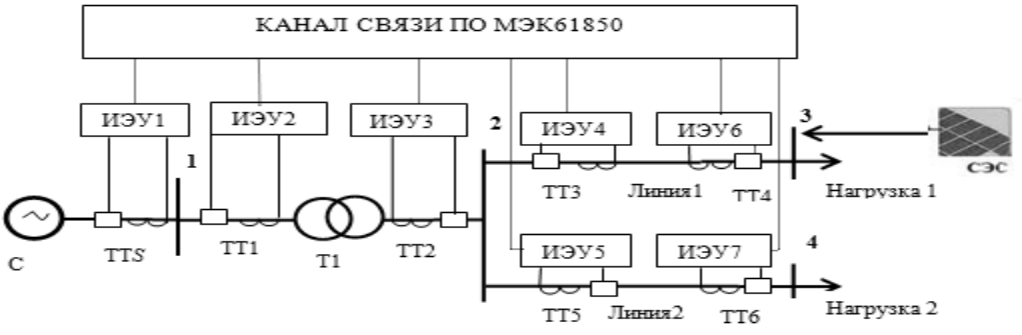


Рис. 1. Структурная схема микрогрид 10 кВ: СЭС - солнечная электростанция, С - источник, ТТ - трансформатор тока

Целью данной статьи является обеспечение функционирования ИЭУ РЗ, адаптирующегося к изменениям в топологии сети, отказам элементов системы РЗ, изменению режимов сети. На рис. 1 представлена структурная схема микрогрид 10 кВ с источником распределенной генерации. Предложенный алгоритм позволяет перенастроить зоны защиты РЗ при этих изменениях.

Отличием предложенного алгоритма является его способность адаптироваться и к отказам измерительных трансформаторов тока. Если обнаружен отказ, то обычно РЗ этого элемента тоже отказывает. В предложенном алгоритме система РЗ адаптируется, перенастраивает зоны защиты, опираясь на исправные трансформаторы тока.

Библиографический список

1. Куликов А.Л., Шарыгин М.В. Дифференциально-логический принцип релейной защиты сетей электроснабжения // Электрические станции, 2018. № 3. с. 37–46.
2. Fu Guangfu, Zhang Chunhe,Yan Wei eta al, EPON communication-based intelligent distribution feeder differential protection [J]. Power system automation, 2014, 38(2): 91-96.

УДК 621.3.07

АШИН Н.Д., СОКОЛОВ В.В., СМИРНОВА А.В., ЛЕБЕДЕВ Д.В.

РАЗРАБОТКА ТРЁХФАЗНОГО АКТИВНОГО ВЫПРЯМИТЕЛЯ С ВЕКТОРНОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Активные выпрямитель представляет собой обращённый инвертор с возможностью двунаправленной передачи энергии, а также высоким коэффициентом мощности и низкими искажениями кривой потребляемого тока. Это достигается за счёт применения системы векторного управления, благодаря которой можно регулировать фазу потребляемого тока относительно сетевого напряжения.

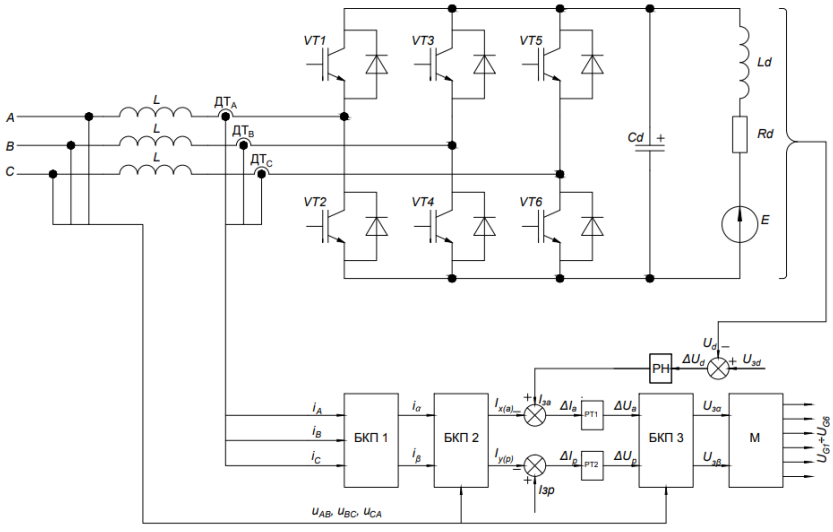


Рис.1. Функциональная схема трёхфазного активного выпрямителя с векторной системой управления

Трехфазные активные выпрямители могут находить применение в составе современных систем электроприводов, поскольку именно там требуется двунаправленный обмен электрической энергией. Именно благодаря работе активного выпрямителя на входе системы электрические двигатели могут иметь возможность рекуперировать накопленную энергию

обратно в сеть. Также активный выпрямитель применяется в источниках бесперебойного питания в качестве устройства заряда АКБ.

На рисунке представлена функциональная схема трёхфазного активного выпрямителя с векторной системой управления.

В докладе рассматриваются вопросы разработки макета трёхфазного активного выпрямителя. Для рассмотрения переходных процессов в преобразователе были разработаны имитационные модели в ПО *Matlab/Simulink* и ПО *MicroCap*. Составлена принципиальная электрическая схема преобразователя и выполнен выбор основных элементов системы управления и регулирования. Написаны фрагменты программного кода для реализации векторного управления на микроконтроллере.

Библиографический список

1. Ваняев В.В. Преобразовательная техника: учеб.пособие /В.В. Ваняев. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – 135 с.
2. Мелешин, В.И. Транзисторная преобразовательная техника / В.И. Мелешин. – М.: Техносфера, 2005. – 632 с.
3. Герман-Галкин, С.Г. Виртуальные лаборатории полупроводниковых систем в среде *Matlab-Simulink*: Учебник / С.Г. Герман-Галкин. – СПб.: Издательство «Лань», 2013. – 448 с. ил.

УДК 303.094.7

ДОЛБУНОВА Е.А., ПЛЕХОВ А.С.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОЕКТИРОВАНИИ ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проектирование электротехнологических установок (ЭТУ) предполагает решение множества вопросов: концептуальных, конструктивных, энергетических, вопросов управления и защиты. Моделирование является универсальным методом анализа и синтеза ЭТУ. В докладе рассматриваются примеры использования имитационных моделей для выбора элементов конструкции и расчёта мощности системы электроснабжения ЭТУ на примере электрических печей сопротивления.

При конструировании основные задачи – это выбор материала ограждающей конструкции (футеровки) и электрической мощности нагревателя. Однако, постановка задачи зависит от применения ЭТУ. Рассмотрим на примере кипятильного агрегата влияние на скорость нагрева воды до 100С° материала ограждающей конструкции и мощности нагревателя. Упрощенная математическая модель процесса нагрева имеет вид

$$\frac{d\Theta}{dt} = \frac{P}{cm} - \frac{\Lambda}{cm}\Theta,$$

где Θ - температура, С°; t – время, с; P – мощность нагревателя, Вт; c – удельная теплоёмкость, Дж/кг*Со; m – нагреваемая масса, кг; Λ - теплопотери, Вт/Со.

План имитационных экспериментов предусматривает оценку времени нагрева до 100С° при вариации параметров теплопотерь через ограждающую конструкцию и мощности нагревателя. Результаты моделирования, приведенные на рис. 1, *а, б* показывают, что время нагрева до низкой заданной температуры практически не определяется материалом футеровки, но существенно зависит от мощности нагревателя.

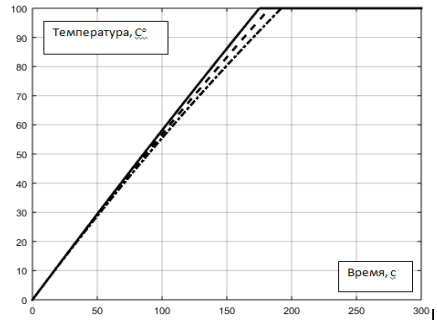


Рис. 1, а) – Зависимость времени нагрева до заданной температуры от теплопроводности футеровки

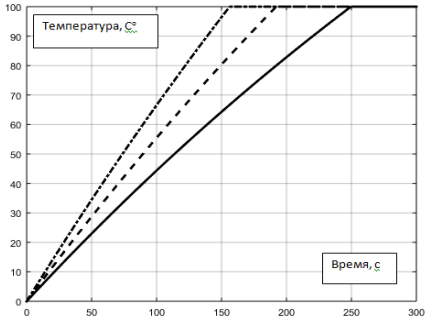


Рис. 1, б) – Зависимость времени нагрева до заданной температуры от мощности нагревателя

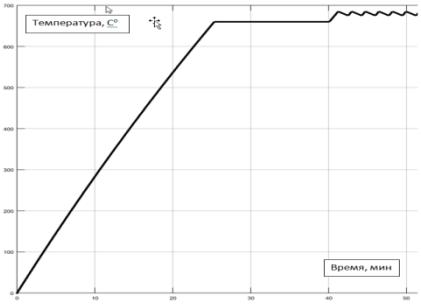


Рис. 1, в) Временная зависимость температуры в цикле плавки алюминия

Баланс энергии печи периодического действия за цикл определяется выражением:

$$W\_n = W\_(m.n.) + \sum W\_э,$$

где W_n – преобразованная энергия за цикл работы; $W_{m.n.}$ – расход электроэнергии на технологический процесс; $\sum W_э$ – суммарные потери электроэнергии. Потери электроэнергии состоят из тепловых и электрических. В процессе нагрева изделия нагревается и сама печь, происходит теплопередача через стенки печи. При моделировании нами учитывается только энергия, идущая на технологический процесс. Имитационная модель установки для плавления алюминия реализует три этапа: нагрева до температуры плавления, этап фазового перехода металла в жидкое состояние и этап перегрева для сохранения металла в жидкой форме. Только первые два этапа реализуются с максимальной мощностью нагревателя, этап перегрева осуществляется при двухпозиционном регулировании температуры. Результаты моделирования приведены на рис. 1, *в*. Эти результаты являются основанием для расчёта системы электроснабжения электропечи сопротивления.

Библиографический список

1. Специальные главы теории управления: Линейные системы: учеб. пособие / А.С. Плехов, Д.Ю. Титов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2021. – 132 с.
2. Электротермические установки: Учебное пособие / Б.А. Сокунов, Л.С. Гробова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004. 122 с.

УДК 621.316

ЕРЕТИН Д.С., ДАРЬЕНКОВ А.Б., ХОДЫКИНА И.В., ХРАМОВ А.Е.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РЕЛЕЙНО-КОНТАКТОРНЫХ И БЕСКОНТАКТНЫХ СИСТЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Существуют две группы коммутационных аппаратов. Первая группа аппаратов состоит из электромеханических устройств, которые осуществляют коммутацию электрических сигналов и таким образом регулируют поток энергии. В неё входят реле, контакторы, магнитные пускатели и выключатели [1]. Вторая группа аппаратов включает в себя современные электронные устройства, в которых используются полупроводниковые элементы для регулирования и коммутации энергетического потока. Это твердотельные реле на базе тиристоров, транзисторов, симисторов. Они характеризуются быстрым срабатыванием и простотой интеграции в цифровые схемы [2].

Приведённые ранее группы аппаратов представляют собой два ключевых направления развития коммутационной аппаратуры. Первое фокусируется на постепенном усовершенствовании традиционных механических устройств с целью повышения их надёжности и коммутационной износостойкости. Второе ориентировано на улучшение теплоотвода от полупроводниковых структур, повышение стойкости к перенапряжениям.

Электромеханические аппараты имеют недостатки, среди которых можно отметить относительно длительное время срабатывания (0.1…0.5) с, а также повышенные массогабаритные показатели.

Электронные аппараты характеризуются высокой скоростью коммутации (единицы и доли микросекунд), более компактными размерами. При этом они имеют серьёзные недостатки: неремонтопригодность; чувствительность к условиям эксплуатации (воздействие электромагнитных полей, температуры окружающей среды); большие потери энергии во включенном состоянии – в 25…100 раз выше, чем у контактных аппаратов. Во время работы кристалл полупроводникового элемента нагревается свыше допустимых значений, что требует применения дополнительного охлаждения с помощью радиаторов и вентиляторов.

В лаборатории «Электрические и электронные аппараты» ИНЭЛ, модернизированной по программе «Приоритет-2030» стратегического проекта № 3 «Кибербезопасные устройства и технологии электроэнергетических систем», были проведены экспериментальные исследования электромеханических и электронных аппаратов.

Результаты проведённых исследований показали, что твердотельные реле целесообразно применять при токах до 600 А и переменном напряжении до 1кВ. При больших токах и напряжениях разумно использовать электромеханические аппараты.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (тема №*FSWE*-2022-0006).

Библиографический список

1. Хакимьянов, М. И. Электрические и электронные аппараты: учебное пособие / М. И. Хакимьянов, Р. Т. Хазиева. – Уфа: УГНТУ, 2020. – 198 с.
2. Розанов, Ю. К. Силовая электроника; учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов. – М.: Юрайт, 2020. – 206 с.

УДК 62.50

КОРОБЕЙНИКОВ О.И., ПЛЕХОВ А.С.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ВЫБОРА ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизированная система выбора (АСВ) электрооборудования для общественных зданий (ЭОЗ) должна иметь возможность работать с базой данных (БД) параметров электрооборудования. Согласно постановлению Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 №87, ЭОЗ подразделяется на следующие группы: внутреннее электроосвещение (ЭО), силовое оборудование (ЭС), оборудование и вентиляция (ОВ), автоматическая система пожаротушения (АПС), система управления и контроля доступом (СКУД).

В докладе представлен алгоритм выбора оборудования, выполняющего указанные функции и общего для всех функциональных групп ЭОЗ, такого как электрические линии связи, источники питания, пускорегулирующая аппаратура. Компоненты ЭОЗ каждого отдельного комплекса должны быть согласованы по уровню напряжения и тока нагрузки с учетом возможных аварийных режимов. Для расчета необходимой мощности систем электро-

снабжения общественных зданий, формирования распределительных пунктов питания и управления электроприемников с учетом обеспечения симметрии трехфазной сети, широко применяются специальные алгоритмы и программы. Однако эти алгоритмы позволяют получить, с одной стороны, приблизительные оценки необходимых характеристик электрооборудования, которые, с другой стороны, не совпадают с нормированными рядами параметров оборудования, присутствующего на рынке.

Отдельной проблемой является формулирование вербальных требований к электрооборудованию общественных зданий по условиям эксплуатации и эргономики.

Для учета этих обстоятельств в процессе обращения к комплексной базе данных параметров электрооборудования авторы используют аппарат нечеткой логики. Для реализации этой концепции определены носители информации – таблицы и запросы баз данных, разработаны функции принадлежности, правила выбора – фазификации, композиции, дефазификации. Результаты дефазификации нечётких выводов передаются на носители чёткой информации – поля соответствующих запросов к БД как условия выбора оборудования. Записи – строки этих таблиц являются идентификатором конкретного выбираемого электрооборудования.

В докладе представлены фрагменты комплексной базы данных и фрагменты интерфейсов АСВ ЭОЗ (рис. 1).

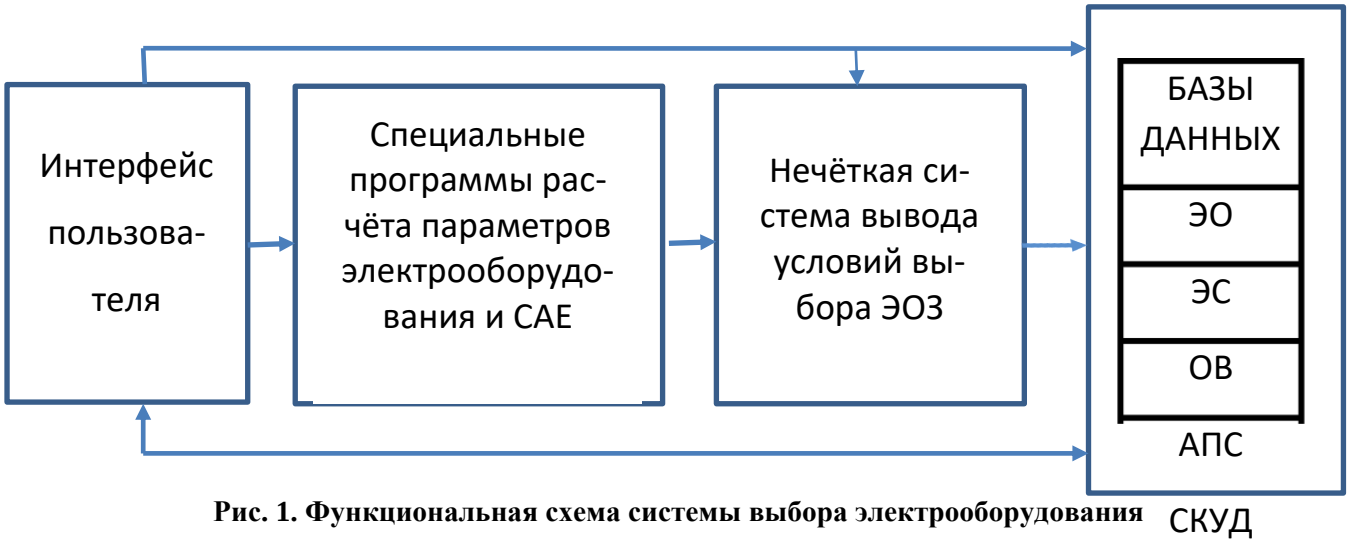


Рис. 1. Функциональная схема системы выбора электрооборудования

Библиографический список

1. Базы данных: Описание данных и работа с записями на языке SQL в СУБД MS Access 2007 / Коллектив авторов. - М.: Бибком, 2017. - 581 с.
2. Моделирование задач принятия решений при нечетких исходных данных 2023 / : Флегонтов А.В, Вилков В.Б, Черных А.К. 2023. – 298 с.

УДК 621.3.072

МОКЕЕВ Д.М., УСТИНЦЕВ С.В., СОКОЛОВ В. В.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ ВЕНТИЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ (МОТОР-КОЛЕСА)

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время вентильные двигатели приобретают большую популярность в современных системах электропривода. Их конструкция и габариты позволяют очень гибко использовать эти двигатели в различных устройствах и механизмах, например, в робототех-

нике, летательных аппаратах, электроскутерах, электромобилях и т.д. Отсутствие коллекторного узла в разы повышает надежность и эффективность по сравнению с двигателями постоянного тока. К сожалению, на данный момент, практически все блоки управления вентильными двигателями – импортные с закрытым программным обеспечением, поэтому разработка отечественного блока управления с открытым программным обеспечением является актуальной.

В докладе приводятся результаты разработки и исследования макета тягового электропривода на базе мотор-колеса мощностью 500 Вт, функциональная схема которого приведена на рис. 1.

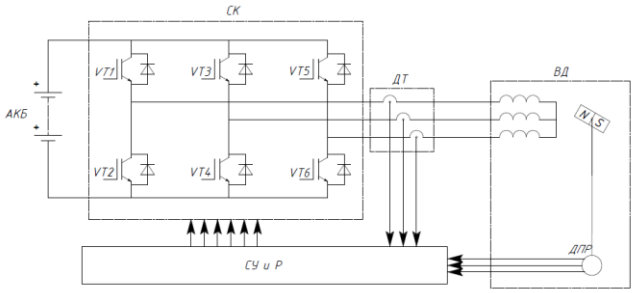


Рис.1 Функциональная схема вентильного электропривода

В качестве силового коммутатора в макете используется отечественный блок интеллектуального трехфазного транзисторного модуля Электрум АВ М32-75-12-А. Система управления и регулирования реализована на микропроцессоре *ATmega 328p*.

Регулирование скорости вентильного двигателя осуществляется за счет изменения подводимого к фазам двигателя напряжения с помощью широтно-импульсной модуляции. Подключение фаз статора к силовому коммутатору реализуется по сигналам с датчика положения ротора (ДПР) таким образом, что в каждый такт работы двигателя к силовому напряжению подключены последовательно две из трех обмоток статора вентильного двигателя.

Работа электропривода была смоделирована в пакете *MATLAB Simulink* и ПО *Micro-Cap*. Во время экспериментальных исследований были получены осциллограммы переходных процессов, которые подтвердили результаты, полученные ранее при моделировании.

Библиографический список

1. Зиновьев Г. С. Основы силовой электроники: Учебник. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с.
2. Овчинников И. Е. Вентильные электрические двигатели и привод на их основе (малая и средняя мощность) /: Курс лекций. - СПб.: КОРОНА-Век, 2006. - 336 с.: ил.

УДК 621.3.072

НОВОТОРНОВ М.И., ТИХОНОВ А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УМНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ И ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ

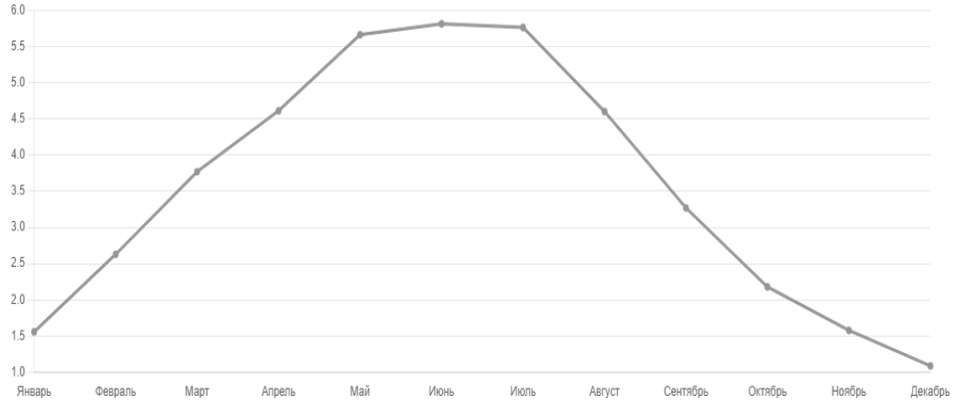
Частное образовательное учреждение религиозной организации «Нижегородская епархия Русской Православной Церкви (Московский Патриархат)»
Православная гимназия во имя святого благоверного князя Дмитрия Донского

Актуальностью нашего исследования является то, что идет рост цен на электричество, а внезапные изменения в работе энергосистемы или экономические кризисы могут привести к недостатку электроэнергии.

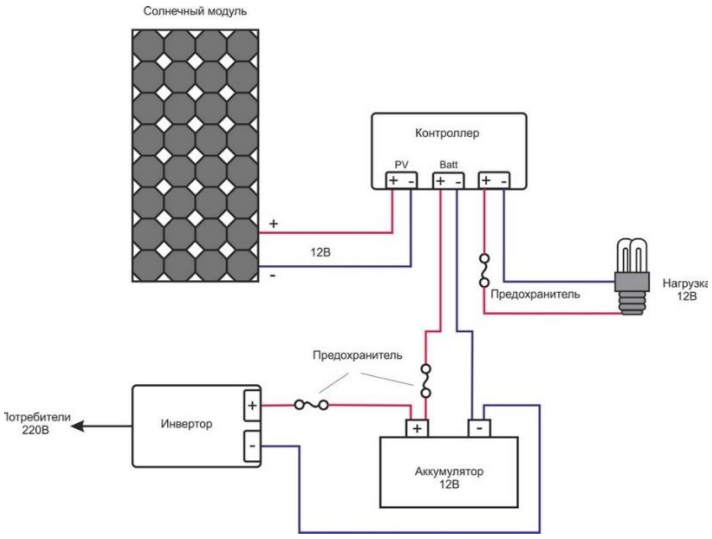
Цель нашего исследования – повышение интереса использования умных технологий и возобновляемых источников электроэнергии в образовательных учреждениях.

Наша задача состоит в изучении возможности использования солнечных панелей в качестве альтернативного источника энергии для обеспечения питанием электроэнергией различных коммуникаций образовательного учреждения.

Для начала, с помощью графика стоит проанализировать инсоляцию нижегородской области. На графике, приведенном ниже, отчетливо видны месяцы с наименьшим (октябрь, ноябрь, декабрь, январь) и наибольшим (май, июнь, июль, август) показателями облучения поверхности солнечными лучами [https://nova-sun.ru/insolyatsiya-v-rossii/nizhniy-novgorod].



Солнечная электростанция работает путем преобразования солнечной энергии в электрическую с помощью солнечных панелей. Солнечные панели содержат фотоэлектрические ячейки, которые преобразуют свет от солнца в постоянный ток. Этот постоянный ток затем проходит через инвертор, который преобразует его в переменный ток, который может быть использован для питания образовательного учреждения. Солнечная электростанция также может быть подключена к сети электроснабжения, позволяя излишки произведенной электроэнергии продаваться обратно в сеть в рамках программы "зеленых тарифов". Кроме того, солнечные электростанции могут использоваться для зарядки аккумуляторов для хранения электроэнергии на периоды недостатка солнечной активности. Это позволяет более эффективно использовать солнечную энергию и обеспечивать непрерывное электроснабжение [https://naked-science.ru/article/nakedscience/how-solar-cells-work].



От такой электростанции мы получаем возможность обеспечить электропитанием автоматизированные двери на ВХОД/ВЫХОД с датчиками движения, биометрическую систему, охранно-пожарную сигнализацию и систему видеонаблюдения. Необходимо также иметь внешний источник питания, на случай если заряда в аккумуляторах станет недостаточно или

будет недостаточная освещенность, чтобы коммуникации питались без перебоев [https://www.secuteck.ru/articles/osnashchenie-obrazovatelnyh-uchrezhdenij-inzhenerno-tekhnicheskimi-sredstvami-ohrany].

Также стоит отметить, что лучшим решением по размещению солнечных батарей станет размещение их на территории образовательного учреждения, поскольку размещение на фасаде или крыше здания повлечет за собой повышение температуры в самом помещении, для отвода которой в свою очередь придется привлекать дополнительные ресурсы. Следует снабдить солнечные панели датчиками освещенности, благодаря чему в течении всего дня солнечные панели будут менять угол поворота и следовать за солнцем, что позволит вырабатывать порядком большее количество энергии, нежели в неподвижном состоянии [https://mywatt.ru/poleznaya-informaciya/gde-mozhno-ustanovit-solnechnye-batarei].

Таким образом, познакомившись с принципами работы солнечных панелей и их возможностями в качестве альтернативного источника энергии, можно сделать вывод: современные технологии позволяют начать внедрение альтернативных источников энергии и «умных» технологий в образовательных учреждениях.

УДК 621.3.072

ПЕТУХОВ Н.М., ЧУГРОВ А.А., СОКОЛОВ В.В.

ЦИФРОВАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ В ТЯГОВОМ ЭЛЕКТРОПРИВОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Управление современными электроприводами осуществляется за счет использования микроконтроллера. Микропроцессорная система управления и регулирования позволяет уменьшить массогабаритные показатели блока управления, в сравнении с аналоговыми вариантами, также позволяет совершать более тонкую и точную настройку контуров регулирования и быстро корректировать параметры регуляторов без вмешательства в конструкцию системы регулирования.

В докладе приводятся результаты разработки и реализации контура тока тягового электропривода постоянного тока на базе микроконтроллера STM32F407. На первом этапе была разработана имитационная модель контура тока при заторможенном двигателе, выполненная в программном обеспечении SamSim и представленная на рис. 1, с реализацией ПИ-регулятора в виде параллельного соединения П и И звеньев (в таком виде будет реализован ПИ-регулятор в микроконтроллере).

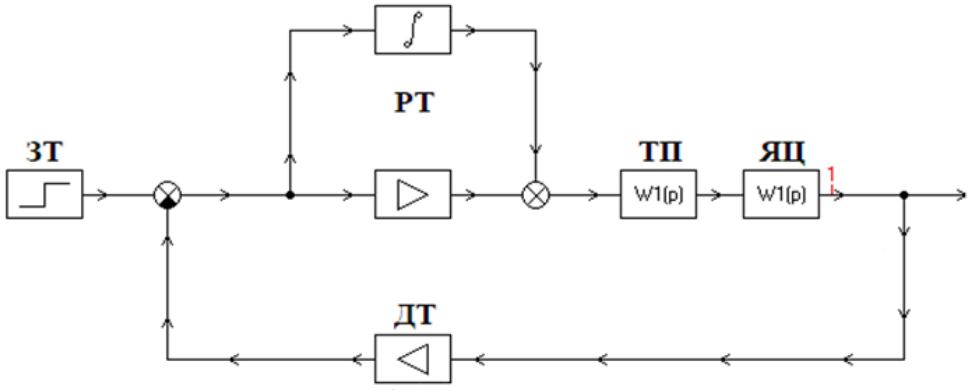


Рис. 1. Имитационная модель контура тока при заторможенном двигателе

После расчета параметров силовой цепи и оптимизации контура на модульный оптимум были определены параметры регулятора тока. По результатам имитационного модели-

рования построены графики переходного процесса в контуре тока при отработке скачка задающего воздействия (перерегулирование составило порядка 4,3%, что говорит о корректной настройке контура на модульный оптимум).

Учитывая результаты имитационного моделирования, разработана цифровая реализация ПИ-регулятора на базе микроконтроллера STM32F407 в среде программирования CubeIDE и выбраны компоненты, необходимые для создания макета тягового электропривода с микропроцессорным управлением.

На смонтированном макете была протестирована разработанная программа управления и регулирования тяговым электроприводом. Полученные в ходе эксперимента осциллограммы совпали с ранее полученными в ходе имитационного моделирования, что говорит о корректности как разработанной имитационной модели, так и программы управления и регулирования для микроконтроллера.

Библиографический список

1. Тихомиров, В.А. Теория и расчет систем электропривода с подчиненным регулированием параметров / В.А. Тихомиров, В.Л. Мельников, В.В. Соколов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 107 с.
2. STMicroelectronics (2021). Description of STM32F4 HAL and low-layer drivers. Reproduced from 2021 STMicroelectronics User Manual. STM Literature Number: UM1725 Rev 7. pp. 7-86.

УДК 621.311.1

СЕРЕБРЯКОВ Н.А., АЛЕШИН П.А., СЕВОСТЬЯНОВ А.А.

СПОСОБ АНАЛИЗА КАЧЕСТВА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ТРЕХФАЗНОЙ СИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Показатели качества электрической энергии (ПКЭ) являются одними из наиболее важных параметров электроэнергии, при несоблюдении которых значительно снижается эффективность работы систем электроснабжения промышленных потребителей, а в отдельных случаях это может стать причиной аварийной остановки производственного процесса в целом [1-3].

Для решения задачи определения допустимого уровня искажений напряжения предлагается использование пространственного вектора (ПВ), позволяющего выполнить комплексный анализ параметров напряжения в трехфазной системе электроснабжения.

Для вычисления ПВ используется метод, позволяющий объединить три фазы напряжения в одну комплексную величину, изменяющуюся во времени [4, 5]. Математическая модель ПВ включает все флюктуации трехфазного напряжения, возникающие как в установившихся режимах, так и в переходных процессах. При этом принято считать, что ПВ является инструментом визуализации изменений показателей качества электроэнергии (ПКЭ) в комплексной плоскости, а его модуль следует использовать для фиксации факта появления возмущений в электрической сети [5].

На рис. 1 представлена структурная схема устройства, реализующего способ анализа качества электрической энергии (КЭЭ) в трехфазной системе промышленного электроснабжения.

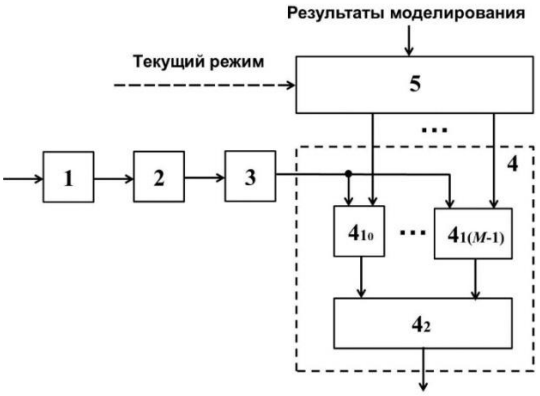


Рис. 1. Структурная схема устройства, реализующего способ анализа качества электрической энергии

Устройство (рис. 1) включает последовательно соединенные модуль сбора данных *1*, модуль трехмерного преобразования *2*, модуль нормировки *3*, блок распознавания *4*. Выходы под номером *m* (*m* = 0, …, *M*-1) блока хранения результатов имитационного моделирования *5* подключены к соответствующим вторым входам по номерам *m* блока распознавания *4*.

Предлагаемый способ, с учетом данных имитационного моделирования и распознавания комплексных дискретных сигналов, позволяет фиксировать факт отклонений параметров КЭЭ от значений, необходимых для функционирования конкретной системы промышленного электроснабжения, а также определять степень и источник искажений токов и напряжений в трехфазной системе учитывающей особенности конкретной системы промышленного электроснабжения.

Библиографический список

1. Добрусин Л.А. Проблемы качества электроэнергии и электроснабжения в России [Текст] / Л.А. Добрусин // Энергоэксперт. - 2008. - № 4 (9). – С.30-35.
2. Папков Б.В. Задачи надежности современного электроснабжения: монография / Б.В. Папков, А.Л. Куликов, П.В. Илюшин. – Москва: Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 260 с.
3. Вагин Г.Я., Куликов А.Л., Севостьянов А.А. Требования к качеству электроснабжения промышленных предприятий в связи с переводом электроэнергетики России на технологию SMART GRID // Интеллектуальная электротехника. 2022. № 4 (20). С. 43-52.
4. M. Canteli, A. Fernandez, L. Eguiluz, and C. Estebanez, “Three-phase adaptive frequency measurement based on Clarke’s transformation,” IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 21, no. 3, pp. 1101–1105, 2006.
5. Ignatova V., Granjon P., Bacha S. Space Vector Method for Voltage Dips and Swells Analysis. – IEEE Transactions on Power Delivery, 2009, vol. 24, No. 4, pp. 2054–2061.

УДК 621.3.07

СМИРНОВА А.В., АШИН Н.Д., ЛЕБЕДЕВ Д.В., СОКОЛОВ В.В.

ТРЕХФАЗНЫЙ КОРРЕКТОР КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ ПО СХЕМЕ «ВИЕННА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день практически все современные преобразователи электрической энергии являются источниками несинусоидальных токов, потребляемых из питающей сети,

что может привести к нежелательным последствиям для других устройств, подключенных к данной сети. Это связано с тем, что возрастает количество высших гармонических составляющих тока, из-за чего увеличивается реактивная мощность и мощность искажений, а, следовательно, и возрастают потери энергии в процессе передачи [2].

Для решения данной проблемы существуют два основных метода: пассивная и активная коррекция коэффициента мощности (ККМ). Наибольшего улучшения электромагнитной совместимости с питающей сетью можно добиться, используя активную коррекцию [1]. В настоящий момент в отечественной и зарубежной литературе рассматриваются несколько видов трехфазных корректоров коэффициента мощности. Каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, в зависимости от функциональности, качественных показателей, сложности, ценовых и массогабаритных параметров. Однако, тема ККМ достаточно нова и пока еще недостаточно освящена.

В докладе приводятся результаты разработки и исследования трехфазного ККМ на основе преобразователя «Виенна» с замкнутыми контурами тока и напряжения. На рис. 1 представлена имитационная модель преобразователя «Виенна» в ПО Matlab/Simulink [3].

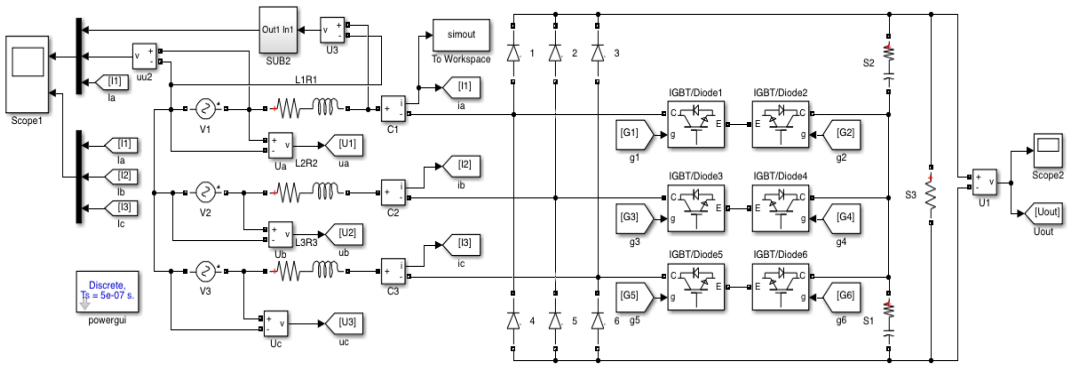


Рис. 1. Имитационная модель трехфазного ККМ на основе преобразователя «Виенна»

В контурах тока реализован асинхронный алгоритм управления силовыми транзисторами. Контур напряжения, настроенный на модульный оптимум, стабилизирует выходное напряжение на уровне в 600 В. При спектральном анализе потребляемого тока суммарный коэффициент нелинейных искажений (THD) не превысил 2%.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (тема №FSWE-2022-0006).

Библиографический список

1. Ваняев, В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие /В.В. Ваняев. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – 135 с.
2. Филипенков, И. В. Корректор коэффициента мощности. Молодой ученый 2017, 90,87.
3. Герман-Галкин С.Г. Школа MATLAB. // Силовая электроника, 2011, No 4.

УДК 621.31

СОКОЛОВ О.П., БЫЧКОВ Е.В.

ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД «ПРОГРАММИРУЕМОЕ РЕЛЕ ПР200 ОВЕН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Программируемые логические контроллеры (ПЛК) играют ключевую роль в автоматизации технологических процессов и обеспечении эффективной работы промышленных

предприятий и производств. В современных технических системах такие эксплуатационные параметры, как быстродействие, точность отработки задания, надежность функционирования и др. являются важнейшими факторами успешного внедрения и использования высокоэффективных и энергосберегающих технологий. Широкомасштабное применение ПЛК становится неотъемлемой частью производственных операций.

При подготовке будущих специалистов в области автоматизации необходимы не только теоретические знания, но и навыки практического использования ПЛК, которые приобретаются при решении конкретных практических примеров и задач. Для изучения и исследования таких тестовых задач разрабатываются специальные стенды. В данном сообщении представлены особенности проектируемого лабораторного стенда «Программируемое реле Пр200 ОВЕН».

При проектировании стенда ставилась цель разработки простой и понятной функциональной и схемотехнической конструкции. Предпочтение было отдано блочно-модульному структурированию, при котором каждый изучаемый модуль оформлен в виде самостоятельного, функционально независимого от других модулей, блока со своей оригинальной мнемосхемой и набором элементов задания, управления и контроля. Модульная конструкция стенда отвечает требованиям открытости и развития. Это позволяет корректировать функциональную направленность стенда, заменять устаревшие и подключать вновь разрабатываемые модули. А также в зависимости от потребностей осуществлять желаемую подборку и компоновку типоразмеров модулей.

Стенд состоит из 9 равноразмерных модулей. Центральным является модуль программируемого реле и блока питания. Имеется доступ ко всем входам и выходам прибора. В рассматриваемой конфигурации рассматривается модификация ПР200-24.4.0.0 [1]. Универсальные входы аппаратно сконфигурированы на сигналы от резистивных датчиков. Задающие потенциометры располагаются в центральном модуле. Также потенциометры продублированы в модулях, в которых осуществляется имитация непрерывно изменяющегося технологического параметра.

Дополнительные модули предназначены для ознакомления с типовыми алгоритмами управления и автоматизации. Традиционно для этих целей используются алгоритмы : «счётчик», «гирлянда», «бегущий огонь», «светофор», «приготовление смеси компонентов», «управление электронагревателями», «управление насосной станцией», «управление реверсивной электрической машиной». Каждый из перечисленных фрагментов стенда имеет соответствующую мнемосхему и набор элементов управления и контроля.

Разработка коммутационных схем осуществляется в специализированной среде программирования ***OwenLogic*** на основе визуального языка графических диаграмм ***FBD (Function Block Diagram)***. При составлении программ изучаются и используются все доступные языковые средства среды программирования: функции, функциональные блоки, средства визуализации, макросы, конструкции на языке высокого уровня ***ST (Structured Text).***

Для эффективного использования стенда составлены методические указания. Описана структура стенда, правила его использования. Приведены тестовые примеры. Даны краткие сведения о технических характеристиках программируемого реле. Описаны правила работы в среде программирования и приёмы составления коммутационных схем. Для самостоятельной работы подготовлены индивидуальные задания на проектирование.

---

1. Сайт компании ОВЕН, https://owen.ru/product/pr200 (дата обращения 20.04.24)

УДК 621.316.13

СУШКОВ В.В.[1], СУШКОВА В.Р. [2]

РАНЖИРОВАНИЕ УСТАНОВОК ПОГРУЖНЫХ ЭЛЕКТРОЦЕНТРОБЕЖНЫХ НАСОСОВ ДЛЯ ДОБЫЧИ НЕФТИ ПО ПРИОРИТЕТУ ОТКЛЮЧЕНИЙ ПРИ ВОЗНИКНОВЕНИИ ДЕФИЦИТА АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ

[1]Нижневартовский государственный университет
[2]Тюменский индустриальный университет

Для обоснованного ограничения объемов отключаемой мощности в технологическом процессе добычи нефти и попутного нефтяного газа целесообразно проводить ранжирование нефтепромысловых потребителей, а именно установок погружных электроцентробежных насосов (УЭЦН), по надежности. Поставленную задачу можно решить путем оценки приоритетности отключения нефтепромысловых потребителей при возникновении дефицита активной мощности в энергосистеме с учетом возможного риска отказов УЭЦН. Определение приоритетности отключений УЭЦН при возникновении дефицита активной мощности выполняется по единицам УЭЦН, разбитым по производительности. Ранжирование производится по разнотипным данным, имеющим различную размерность и природу, поэтому перед экспертом стоит задача попарного сравнения альтернативных вариантов и их ранжирования по степени предпочтения [1].

При составлении списка очередности отключения на основе ранжирования предлагается ввести количественную оценку интегральных показателей надежности УЭЦН. Для этого рекомендуется использовать следующие показатели надежности: срок службы, средняя наработка на отказ, индекс технического состояния (ИТС), вероятность риска наступления негативных последствий при отказе УЭЦН, количество коротких замыканий погружного электродвигателя (ПЭД). Техническое состояние ПЭД оценивается по следующим признакам дефектов: вибрация с частотой вращения вала (неуравновешенность вращающихся масс, изгиба вала, механические ослабления и т.д.); автоколебания вала установки (повышенные зазоры в подшипниках скольжения, износ пар трения, прецессия вала и т.д.); нарушение диэлектрических свойств масла (эксцентриситет ротор – статор, межвитковые замыкания и т.д.); неравномерность тормозного момента на валу электродвигателя (подклинивание в парах трения, засорение проточной части и т.д.).

Оценка коэффициента риска наступления негативных последствий при аварийных отключениях УЭЦН выполнена согласно матрицы попарных сравнений последствий нарушения нормального режима электроснабжения УЭЦН (попарное сравнение в балльной системе проводилось методом экспертных оценок на основе возможного ущерба от аварийных отключений). Возможный ущерб оценивался на основе марковской модели работы ПЭД, которая включала в себя оценку следующих основных негативных последствий отключений: успешный самозапуск ПЭД после работы противоаварийной автоматики; неуспешный самозапуск ПЭД после работы противоаварийной автоматики и т.д.

Таким образом, по результатам проведенных исследований получены ранги УЭЦН, которые могут быть использованы для принятия решений при составлении списка очередности отключений нефтепромысловых потребителей, сопровождающихся дефицитом активной мощности в энергосистеме.

---

1. Романов, В.С**.** Разработка методики оценки надежности и приоритетности ремонтов для электрооборудования нефтяной промышленности с учетом возможного риска / В.С. Романов, В.Г. Гольдштейн, Н.С. Васильева // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2021. - № 3 (66). – С. 106 – 116.

УДК 534:621.3

ТЫЧИНКИН В.А., ПЛЕХОВ А.С.

ИСПЫТАНИЕ ВИБРОЗАЩИТНЫХ МУФТ В ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Работа современных электротехнических комплексов сопровождается вибрацией, которая негативно влияет на их функционирование. Если долгое время не принимать никаких средств для её снижения, то это приведет к разрушению машин и конструкций. Поэтому виброзащита является одной из главных проблем современного машиностроения. Её решение связано с разработкой эффективных методов и средств уменьшения вибраций [1].

Одним из способов снижения вибрации является использование виброзащитной муфты - устройства, передающего крутящий момент и позволяющей снизить вибрации, исходящий от нагружающего устройства и передающихся двигателю.

В состав конструкции данной муфты входит магнитореологический эластомер – магнитоуправляемый материал, обладающий способностью изменять свои реологические свойства (вязкость, пластичность, упругость) под воздействием магнитных полей.

В лаборатории «Виброзащиты электромеханических комплексов» разработан и изготовлен стенд, для испытания эффективности виброзащитных муфт по снижению вибрации, передаваемой от нагружающего устройства (рабочая машины) к двигателю. Функциональная схема стенда представлена на рис. 1.

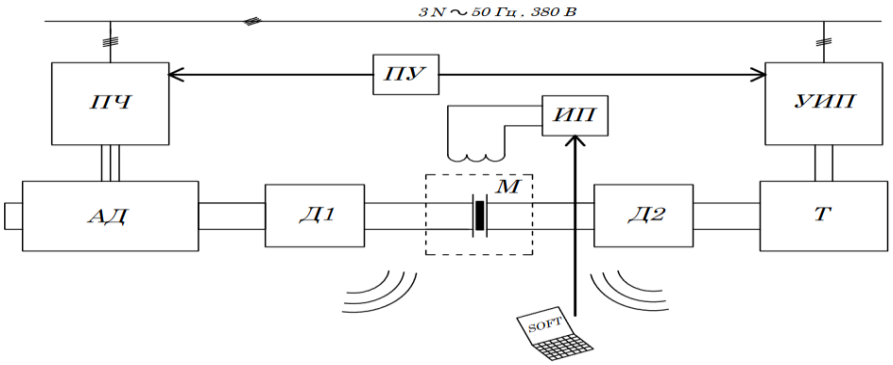


Рис.1. Функциональная схема стенда

В составе стенда имеется асинхронный электродвигатель (АД). Питание двигателя осуществляется от преобразователя частоты (ПЧ), который регулирует скорость вала двигателем по законам скалярного управления. Нагружающее устройство для двигателя – порошковый тормоз (Т). Питание тормоза осуществляется от универсального преобразователя (УИП). Этот преобразовать позволяет создать различные знакопеременные нагружающие воздействия на двигатель [2]. С датчиков (Д1 и Д2) посредством радиоканала сигналы передаются на персональный компьютер. С помощью этих сигналов производится оценка снижения вибрации. Дополнительно определяются влияния вибраций на переменные состояния двигателя, а также изучается форма и величина тока намагничивания, формируемого управляемым источником питания (ИП). ИП управляет виброзащитной муфтой (М) и обеспечивает её максимальную эффективность. Выходные сигналы ПЧ и УИП формируются в соответствии с планом эксперимента.

Библиографический список

1. Бидерман В.Л. Теория механически колебаний: Изд. 3-е, доп. – М.: ЛЕНАНД, 2017. – 416 с.
2. Магнитореологические технологии гашения вибрации: монография / Герасимов С.Н., Гордеев Б.А., Ерофеев В.И., Охулков С.Н., Плехов А. С. – Саров: ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ», 2020. – 312 с., ил.

УДК 620.92

УДАЛОВ В.А., ЛЕДЕЕВА А.И.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ДЛЯ ПИТАНИЯ ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ МАЛОМЕРНОГО СУДНА

МБОУ «Лицей №87 им. Л.И.Новиковой» г.Нижний Новгород

С каждым годом по всему миру отмечается рост стоимости традиционных источников энергии. Растет и стоимость дизельного топлива, используемого в дизель-генераторах судов, поэтому судостроительные и транспортные компании стали чаще сталкиваться с проблемой экономии данного вида топлива. В данной работе были рассмотрены стандартное электрооборудование судов, карта инсоляции и карта водных ресурсов Российской Федерации, определены типы судов, подходящих для установки дополнительного источника энергии. Целью работы является выяснение целесообразности использования возобновляемого источника энергии (солнечных панелей) для питания части электрооборудования маломерных судов.

В ходе исследования были проанализированы энергетические установки судов, разделяющиеся на главные, отвечающие за движение судна, и вспомогательные, используемые в качестве генераторов электроэнергии. Стоит отметить, что на питание от дополнительного источника энергии можно перевести лишь часть электрооборудования, которое не задействовано в навигационной и насосной системах, так как именно эти приборы определяются непрерывной работой и важностью в жизнедеятельности судна.

От альтернативного источника энергии, солнечных панелей, на судне могут работать нагревательные и осветительные приборы, находящиеся в трюмах и каютах. Также, если дополнительно установить аккумуляторы, которые будут заряжаться от солнечной энергии в течение дня, можно будет рассматривать питание бортовых огней и радиолокационных антенн в ночное время суток.

Солнечные модули предлагается устанавливать на крыше и открытых пространствах судов. При монтировании источника энергии стоит учитывать наклон солнечных панелей для достижения наибольшего КПД. Также рекомендуется соединять модули последовательно, чтобы на выходе получить наибольшее напряжение и наибольшую мощность

В качестве модели было рассмотрено пассажирское судно на подводных крыльях ВАЛДАЙ-Р45, активно курсирующее в речных водах Нижегородской области. Данное судно пользуется популярностью не только среди туристов, но и жителей области, поэтому использование альтернативного источника энергии может сократить затраты транспортной компании на дизельное топливо, а значит понизить стоимость билета.

В заключении можно отметить, что использование дополнительного источника энергии в виде солнечных панелей, является экономически выгодным и рентабельным. Однако стоит учитывать нюансы положения солнечных модулей для их наибольшей эффективности.

Библиографический список

1. Глиберман, А. Я., Зайцева, А. К. Кремниевые солнечные батареи. Москва : Ленинград : Госэнергоиздат, 1961. - 72 с.

2. Городов, Р. В. Энергия Солнца / Р. В. Городов, В. Е. Губин, А. С. Матвеев // Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии. Томск : Издательство Томского политехнического университета, 2009. - С. 53-84.
3. В.И. Висарионов, Г.В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К.Малинин Москва: «Солнечная энергетика» МЭИ, 2008. – 317 с.
4. Харченко Н.В.Москва: Энергоатомиздат, 1991. – 208 с. «Индивидуальные солнечные установки»
5. Сборник лекций «Правила пользования маломерными судами и правила плавания по внутренним водам Российской Федерации» Алексеев А.В. , Алексеева Д.А. , Ярославль, 2008 г.

УДК 621.3

ХРАМОВ А.Е., ДАРЬЕНКОВ А.Б.

АДАПТИВНЫЙ НАБЛЮДАТЕЛЬ СОСТОЯНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время около 60% всей вырабатываемой электрической энергии в России тратится на снабжение электроприводов [1]. Наиболее используемыми являются электропривода на основе асинхронных двигателей ввиду их относительной дешевизны, надёжности, простоты конструкции. Электрические привода применяются во многих сферах деятельности человека, начиная от бытовой техники до высокоточных приводов медицинского оборудования, к которым можно отнести роботизированные конечности, экзоскелеты, микродвигатели. Для этих электроприводов классические структуры систем подчинённого управления не применимы, так как они не обеспечивают необходимого диапазона и точности регулирования [2, 3].

Применение систем векторного управления позволяет преодолеть этот недостаток. Также они повышают энергосбережение на несколько десятков процентов (20% и выше) [4]. Однако недостатком векторного регулирования является зависимость сопротивлений статора и ротора при нагреве. Они могут увеличиваться на 50% и более [5].

Синтезирована система адаптивного наблюдателя состояния автоматизированного электрического привода на основе асинхронного двигателя. Разработана структура наблюдателя, включающая в себя идентификатор параметров электродвигателя. Составлена математическая модель и проведены имитационные исследования адаптивного наблюдателя в среде *MatLab*/*Simulink*. Полученные результаты показали следующие преимущества разработанной системы:

- наблюдатель вычисляет все величины, необходимые для работы системы векторного управления асинхронным электродвигателем (частоту вращения вала двигателя ω_R, рад/с, модуль вектора потокосцепления ротора $\left|\vec{\Psi}\right|_R$ и угол поворота этого вектора $\theta_{\Psi R}$);
- работа наблюдателя не зависит от изменения активных сопротивлений статора и ротора.

Библиографический список

1. Горлова, Т.В. Электропривод, его состояние и перспективы / Т.В. Горлова, В.П. Обрусник // Доклады ТУСУР. – 2015. – №1 (35). – С. 161-164.
2. Храмов, А.Е. Электропривод движения пассажирского лифта / А.Е. Храмов, А.С. Плехов // Будущее технической науки: тез. докл. XX Всероссийской молодёжной науч.-техн. конф. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2021. – С. 104-105.

3. Храмов, А.Е. Разработка энергосберегающего электропривода безопасного скоростного пассажирского лифта / А.Е. Храмов, А.С. Плехов // Будущее технической науки: тез. докл. XXI Всероссийской молодёжной науч.-техн. конф. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2022. – С. 454-455.
4. Коротков, А.А. Анализ энергоэффективности алгоритмов управления преобразователем высоковольтного частотно-регулируемого привода / А.А. Коротков, А.Б. Виноградов // Вестник ИГЭУ. – 2013. – №2. – С. 47-52.
5. Самосейко, В.Ф. Адаптивный алгоритм векторного управления электроприводами с асинхронными электродвигателями / В.Ф. Самосейко // Вестник ГУМиРФ им. адм. С.О. Макарова. – 2019. – Т.11. – №1. – С. 156-168.

УДК 620.92

СОЛОВЬЕВА М.С., ШАМШУРИН С.Я.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ ПОПЛАВКОВОГО ТИПА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЕЕ РАБОТЫ

МБОУ «Лицей №87 им. Л.И.Новиковой» г. Нижний Новгород

Низкая стоимость производства делает волновую энергию более конкурентоспособной среди других источников энергии, а волны океана – это постоянно доступный источник энергии, который не исчерпывается.

Цель данного проекта: разработать модель волновой электростанции поплавкового типа и исследовать ее работу.

Задачи: рассмотреть строение модели поплавка, исследовать оптимальные места для установки электростанции. Рассмотреть принцип работы поплавковой электростанции и спроектировать ее модель. Проанализировать преимущества и недостатки поплавковых электростанций и сделать выводы.

Поплавковая электростанция – это устройство для генерации электроэнергии из волн морей и океанов. Поплавковая электростанция работает на принципе преобразования кинетической и потенциальной энергии приливных потоков в электроэнергию. Наиболее подходящими местами для установки таких электростанций являются близкие к берегам зоны.

Для примера мы рассматривали установку на Черном море. Для этого мы определили ветра и волны на Черном море.

Волновая электростанция поплавкового типа включает в себя следующие комплектующие: щечки, каркас катушки, полипропиленовые трубы, поплавок, платформа для размещения оборудования.

Поплавковые электростанции могут иметь различную мощность в зависимости от их масштаба и принципа работы. Их эффективность зависит от многих факторов. Обычно она составляет от 40% до 80%, что является весьма высоким показателем. Конструкция поплавковых электростанций должна быть устойчивой, чтобы обеспечивать работу даже в сильных ветрах и штормовых условиях. Строительство волновой электростанции поплавкового типа окупается за счет снижения расходов на традиционные источники энергии, а также поплавковые станции не подвержены влиянию пожаров или аварий. Недостатком их является зависимость от погоды. Производительность таких электростанций зависит от погодных условий. Это может приводить к неравномерной генерации энергии.

Проанализировав все типы добычи электроэнергии, мы выяснили, что такой способ будет актуален и полезен на данный момент. Для изготовления катушки мы выбрали медную проволоку сечением 0,2. В качестве каркаса использовали полипропилен. На катушку израсходовалось около 200м проволоки, при намотке 5000 витков. В нашей конструкции магниты помещены в катушку, а от нее отведено 2 провода (+ и -). В будущем, для увели-

чения мощности катушки можно будет либо изменить количество магнитов, чтобы увеличить количество линий магнитной индукции, либо изменить диаметр катушки.

В данной работе мы изучили строение поплавковой электростанции. Была сконструирована модель поплавковой электростанции. Исходя из экспериментов, выяснилось, что данная электростанция прекрасно работает, и было решено в будущем усовершенствовать ее.

Библиографический список

1. https://studfile.net/preview/9812271/page:58/
2. https://pt.2035.university/project/poplavkovaa-volnovaa-elektrostancia

УДК 620.92

ЖАГАРИН И.А.

МЕХАНИЗМ ИЗМЕНЕНИЯ УГЛА АТАКИ ЛОПАСТЕЙ В ГОРИЗОНТАЛЬНО-ОСЕВОМ ВЕТРОГЕНЕРАТОРЕ

МБОУ «Лицей №87 им. Л.И.Новиковой» г. Нижний Новгород

Ветряная энергия является одним из наиболее перспективных источников возобновляемой энергии. Однако одной из основных проблем ветрогенераторов является их относительно низкая эффективность, особенно при изменении скорости и направления ветра. Многие современные ветрогенераторы оснащены механизмами изменения угла атаки лопастей, позволяющими оптимизировать работу генератора при различных условиях ветра.

Цель проекта состоит в создании эффективной системы, позволяющей регулировать угол атаки лопастей ветрогенератора для оптимального извлечения энергии из ветра в широком диапазоне ветровых условий. Главной целью будет оптимизация работы ветрогенератора для увеличения выработки энергии и снижения издержек на производство.

Ветрогенератор представляет собой устройство, которое преобразует кинетическую энергию ветрового потока в механическую энергию вращения ротора с последующим её переходом в электрическую энергию.В данной исследовательской работе будут рассмотрены особенности работы ветрогенераторов, изучены отдельные их элементы, а также будет изготовлена модель гондолы ветрогенератора с новым механизмом, изменяющим угол атаки лопастей.

В ходе исследования были рассмотрены различные виды ветрогенераторов, изучены принцип работы ветрогенератора, аэродинамические свойства лопастей, современные системы поворота лопастей. Перед изготовлением деталей и сборкой модели были смоделированы компоненты ветрогенератора: детали ротора лопастей, крепления системы поворота лопастей, кронштейн. Моделирование производилось в программном пакете “КОМПАС-3D”.

В заключении можно отметить, что разработка новых и усовершенствование существующих механизмов изменения угла атаки лопастей в ветрогенераторах имеет большое значение для повышения эффективности и экономической целесообразности производства ветряной энергии.

Библиографический список

1.https://earchive.tpu.ru/bitstream/11683/71485/1/TPU1365716.pdf
2. https://web.snauka.ru/issues/2013/03/23161
3. https://yandex.ru/patents/doc/RU2704060C1_20191023
4. https://www.instructables.com/Pivoting-Blades-Vertical-Axis-Wind-Turbine/

Подсекция 2.2

Эффективность систем электроэнергетики

УДК: 621.31

АВДЕЕНКО И.С., КОКОРЕВ А.А., СОСНИНА Е.Н.

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ПРОАКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКИ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ 6-20 кВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проактивная диагностика силовых трансформаторов имеет важное значение для обеспечения надежной и эффективной работы систем электроснабжения потребителей. Регулярный мониторинг состояния трансформаторов с помощью современных методов диагностики позволяет своевременно выявлять зарождающиеся неисправности и предупреждать аварийные ситуации. Это дает возможность принять корректирующие меры до возникновения критических повреждений и сократить затраты на ремонт или замену трансформаторов, избежать вынужденных простоев и перерывов в электроснабжении. Данные, полученные в ходе мониторинга, позволяют более эффективно планировать техническое обслуживание и модернизацию электрооборудования, увеличивая срок его службы и повышая общую надежность электрических сетей.

Системы проактивной диагностики широко используются для силовых трансформаторов классов напряжения от 35 кВ и выше [1]. Это объясняется серьезными последствиями отказов данного оборудования в высоковольтных сетях. В то же время, трансформаторы классов 6–20 кВ играют не менее важную роль в распределительных электрических сетях и в условиях цифровизации экономики требуют оснащение современными средствами диагностики.

Цель исследований – классификация и сравнительный анализ существующих систем проактивной диагностики силовых трансформаторов 6–20 кВ.

Большинство методов проактивной диагностики силовых трансформаторов [2] можно разделить на четыре основные группы: 1) по типу контролируемых параметров (физико-химические показатели масла, электрические, механические и тепловые параметры); 2) по способу проведения измерений (лабораторные, дистанционные, полевые); 3) по периодичности контроля:(непрерывный, периодический и эпизодический); 4) по степени автоматизации (ручные; автоматизированные; с использованием искусственного интеллекта).

Сравнительный анализ методов проактивной диагностики силовых трансформаторов позволяет сделать вывод о том, что наиболее эффективным и простым является тепловой контроль. Проведенные исследования показали, что методы теплового контроля, основанные на разработке цифровых двойников, используют параметры трансформатора (ток ХХ, напряжение КЗ, потери мощности ХХ и КЗ), приведенные к температуре обмотки 75 °С, и не учитывают температуру окружающей среды и фактическую загрузку трансформатора, Влияние внешних и внутренних факторов на изменение параметров трансформатора предлагается учитывать коэффициентом температурной коррекции [3]. Дальнейшие исследования направлены на разработку математического описания указанного коэффициента.

Библиографический список

1. ПЕРГАМ. Мониторинг силовых трансформаторов [Электрон. ресурс], URL: https://www.pergam.ru/ (дата обращения 26.04.2024).

2. Patil, A.J. A Literature Review: Traditional and Advanced Protection Schemes of Power Transformer / A.J. Patil // International Journal of Engineering Research and General Science. – 2019. – Т. 7, № 2. – С. 6-19.
3. Кокорев А.А. Исследование влияния температуры окружающей среды на характеристики силового трансформатора /А.А. Кокорев, Е.Н. Соснина//Проблемы и перспективы развития электроэнергетики и электротехники: Материалы V Всерос. научно-практич. конф. Казань: КГЭУ, 2023. – С. 104–109.

УДК 621.3

АЛЕШИН П.А., СЕРЕБРЯКОВ А.В., СЕРЕБРЯКОВ Н.А.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛАСТИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕМЕННОЙ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ ВАЛА ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большая часть территорий, расположенных в районах с суровым климатом не имеет централизованного электроснабжения. Электроснабжение этих районов в основном производится с помощью дизельных электростанций, которые нуждаются в модернизации. Своевременное определение области работоспособности может существенно повысить долговечность и эффективность дизельных электростанций [1].

Обзор известных методов определения области работоспособности, позволяет проанализировать их достоинства и недостатки, а, также, оценить возможность применения их для определения области работоспособности автономных генераторных комплексов. Проведенный анализ позволяет выбрать наиболее эффективные методы для дизель-генераторной установки переменной скорости вращения вала двигателя внутреннего сгорания, заметно повысить точность аппроксимации области работоспособности, расширить сферы применения на большее число первичных параметров электротехнических установок, сократить время на поиск граничных точек [2,3]. Сравнительный анализ методов приведен в табл. 1.

Таблица 1

Метод	Достоинства	Недостатки
Сеточные методы построения границы области работоспособности		
Метод спиральной развертки	• Граничные точки искомой области в виду малого шага находятся вблизи найденной точки • Высокая точность в связи с большим количеством проверок	• Большие затраты времени на проверку точек в каждой сеточной области • Если число проверок больше трех, то алгоритм меняется
Симплексный метод	• Позволяет исключить анализ выполнения ограничений на координаты отображаемой точки • Допустимо использование алгоритма при большой размерности пространства первичных параметров	• Расчетное число шагов поиска и коэффициент, определяющий закон уменьшения шага поиска, вычисляются по специальным формулам • Малое быстродействие без использования процедуры адаптации
Методы непрерывного построения границы области работоспособности		
Метод контурного обхода	• Поиск граничных точек носит планомерный характер • Равномерное расположение граничных точек	• Может быть использован для определения лишь односвязных областей • Малое быстродействие

Метод параллельных прямых	• Возможность использования комбинации методов • Возможность определения границы области любой формы	• При большом количестве первичных параметров зависимости определяются для каждого отдельно • Для односвязных областей в алгоритм добавляется дополнительная процедура
Методы аппроксимации областей работоспособности, заданных граничными точками		
Метод линейной аппроксимации	• Высокая точность • Значительное уменьшение требуемого объема памяти ЭВМ	• Необходимость использования аналитического уравнения, которое может быть не известно
Метод аппроксимирующих гиперсфер	• Аппроксимации подлежит не весь массив, а лишь множество граничных точек • Использование эллипсоидных функций	• Увеличение времени работы программы при отсутствии множества граничных точек • Необходимость соблюдения ряда условий для программирования

На основе проведенного анализа можно сказать, что наиболее эффективным методом определения области работоспособности для дизель-генераторной установки переменной скорости вращения вала ДВС является комбинирование методов, а именно: метода параллельных прямых и симплексного метода. Комбинация данных методов позволит определить область работоспособности любой формы и сократить время поиска граничных точек [4,5].

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема NoFSWE-2022-0005).

Библиографический список

1. Серебряков А.В. Разработка структурной схемы дизель-генераторной установки переменной скорости вращения на основе многообмоточного синхронного генератора / Алешин П.А., Серебряков А.В., Серебряков Н.А. // Федоровские чтения 2023 – 2023 – с. 383-389.
2. Саушев А.В. Теория, методы и средства параметрического управления состоянием электротехнических систем объектов водного транспорта: дис. … д-ра техн. наук 05.09.03 / Саушев А.В. – Санкт-Петербург, 2016. – 411с.
3. Саушев, А. В. Области работоспособности электротехнических систем / А. В. Саушев. – СПб.: Политехника, 2013. – 412 с.
4. Кочеганов Д.М. Структура энергоэффективной ветро-дизельной энергетической установки переменной скорости вращения / Интеллектуальная электротехника / Кочеганов Д.М., Стеклов А.С., Серебряков А.В. - 2019 г. № 2. с. 42-52.
5. Серебряков А.В. Оптимизация диагностирования электромеханической части ветроэнергетических установок / Серебряков А.В. // - Электрооборудование: эксплуатация и ремонт. 2013. № 3. с. 39-46.

УДК 621.31

БУЗИН Н.А., ШАЛУХО А.В.

ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ ОБЪЕКТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время мультиагентные системы (МАС) становятся все более востребованными в управлении процессами в различных областях (бизнес, здравоохранение, социальная сфера и др). Ключевое преимущество МАС заключается в возможности решения сложных задач за относительно короткий промежуток времени. В современных условиях одно из актуальных направлений внедрения МАС связано с электроэнергетической отраслью,

которая требует совершенствования подходов к управлению электроэнергетическими объектами [1].

МАС представляет собой компьютеризированную систему, состоящую из множества взаимодействующих интеллектуальных агентов. Для электроэнергетических систем основными типами агентов являются агент энергопотребления, агент производства энергии, агент моделирования. В качестве перспективных областей применения МАС, прежде всего, можно выделить системы с источниками распределенной генерации (в том числе, виртуальные электростанции) и энергоустановки, состоящие из нескольких источников с возможностью параллельной работы. В таких системах МАС позволяет обеспечить межмашинное взаимодействие между источниками, электроприемниками, системами контроля и энергетическим оборудованием.

Введение МАС позволяет решать задачи управления сложными электроэнергетическими объектами с большой скоростью и точностью, обеспечивая гибкое управления, быструю и эффективную реакцию на изменение в управляемой электроэнергетической системе. Вместе с тем, при реализации МАС можно выделить ряд проблем, обозначенных далее.

1. Коммуникационные проблемы – МАС состоят из множества агентов, которые должны эффективно обмениваться информацией между собой. Требуется разработка эффективных протоколов и алгоритмов их коммуникации для обеспечения координации и синхронизации работы агентов.

2. Проблемы координации – в МАС каждый агент принимает решение на основе своей локальной информации и целей. Однако требуется эффективная координация и согласованность действий всех агентов для достижения общей цели.

3. Проблемы конфликтов – в МАС возможно возникновение конфликтов интересов между агентами, что может привести к нежелательным результатам или блокировки работы системы. Необходимо разработать механизмы урегулирования конфликтов и принятия коллективных решений.

Будущие исследования будут связаны с выбором электроэнергетической системы с несколькими источниками питания, разработкой и тестированием МАС для ее управления.

---

1. Эрдили Н.И., Шалухо А.В. Разработка алгоритма управления режимами работы децентрализованной системы электроснабжения с возможностью обмена электроэнергией // Фёдоровские чтения – 2019: М.: Издательский дом МЭИ, 2019. С. 376-378.

УДК 621.31

ГЛУШКОВ С.В., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

О МОДЕЛИ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩЕГО УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНОСТЬЮ КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ СУДНА

Волжский государственный университет водного транспорта

Современное пассажирское речное судно, как весьма энерговооруженный объект, характеризуется большим количеством параметров. В целях обеспечения безопасной эксплуатации и экономической эффективности транспортной работы судна по большинству этих параметров требуется реализация в реальном времени мониторинга их значений и соответствующий учет в процессах управления [1].

Решением данной проблемы может стать разработка интеллектуальной системы поддержки управления активностью компонентов электроэнергетической системы судна – про-

цессами выработки, распределения и потребления электроэнергии, ведения статистики наработанных оборудованием моточасов.

Внедрение на судах такой интеллектуальной системы, снабженной интуитивно понятным и функционально полным человеко-машинным интерфейсом (ЧМИ) позволит, в том числе, существенно снизить влияние человеческого фактора на рабочие процессы судовой электроэнергетической системы. Именно это обстоятельство является одной из основных причин экономически неэффективного использования энергетических и технических ресурсов судна, а также возникновения нештатных и аварийных ситуаций наряду с внезапным отказом электроэнергетического оборудования [2].

Ныне установленные на речных судах системы позволяют осуществлять лишь релейное управление рабочими процессами, причем, в основном, на локальном уровне, т.е. управление той или иной конкретной обособленной подсистемой (например, вентиляции и кондиционирования в каютах пассажиров и экипажа, помещениях общего доступа и служебного назначения).

ЧМИ интеллектуальной системы может быть организован на размещенной в навигационной рубке судна панели управления с дисплеем, на который выводится значения всех контролируемых параметров электроэнергетической системы судна, а также метеоданные за бортом, температура в жилых, служебных и общего доступа помещениях, параметры системы вентиляции и кондиционирования, состояние противопожарной системы и другие характеристики судовых систем, а также показатели актуального эксплуатационного состояния судна. Данная информация может быть представлена как в табличном виде, так и в анимированном стиле. Архивирование и последующая постнавигационная обработка исторических данных позволит выполнить анализ работы электроэнергетической системы судна и отдельных её элементов, как в условиях конкретного рейса, так и обобщенно в течение навигации или отдельных её периодов.

Библиографический список

1. Каракаев, А.Б. Обзор исследований моделирования адаптивных систем автоматического управления компонентами электроэнергетических систем / А.Б. Каракаев, Г.А. Галиев // Вестник Государственного университета морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова. – 2020. – Т. 12. – № 1. – С. 139–153.
2. Косников, Ю.Н. Построение интерфейса человек–компьютер для системы автоматизированного управления сложными объектами / Ю.Н. Косников // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. – 2014. – № 4 (32). – С. 82-92.

УДК 621.316.11

СОСНИНА Е.Н., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., КРЮКОВ Е.В., ГУСЕВ Д.А.

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ИСТОЧНИКАМИ РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ГЕНЕРАЦИИ И ТИРИСТОРНЫМ РЕГУЛЯТОРОМ НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России к 2030 г. ожидается рост потребления первичных энергоресурсов и увеличение спроса на электрическую энергию [1]. В то же время традиционные принципы построения электроэнергетических систем становятся всё более уязвимыми из-за проблем старения генерирующего и электросетевого оборудования, уязвимости крупных электростанций к физическим атакам. Выходом из сложившейся ситуации является развитие распределенной ге-

нерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ). Для обеспечения эффективности функционирования распределительной электрической сети с ВИЭ необходимы устройства активно-адаптивного управления потоками мощности. Таким устройством является тиристорный регулятор напряжения (ТРН) [2].

Целью работы является исследование режимов работы ТРН и его влияния на показатели качества электрической энергии в распределительной электрической сети с ВИЭ. Поставлена задача моделирования работы ТРН в электрической сети с многосторонним питанием для определения параметров режима и разработки алгоритмов оптимального регулирования потоков мощности.

В программном комплексе *PSCAD* [3] разработана имитационная модель распределительной электрической сети. *PSCAD*-модель включает в себя традиционный источник энергии, ВИЭ (ветроэнергетическая установка и солнечные панели), ТРН и потребителей электроэнергии. Выполнены исследования влияния ТРН на отклонение, колебания и несинусоидальность напряжения в распределительной электрической сети с распределенной генерацией. Определены режимы оптимального регулирования ТРН и разработаны алгоритмы оптимального регулирования потоков мощности.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-29-00872).

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 28.04.2024 № 145 «О Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации».
2. Sosnina E. Modes Investigation of the Electric Network Operating on the Energy Internet Principle / E. Sosnina, R. Bedretdinov, E. Kryukov, and D. Gusev // 2023 14th International Renewable Energy Congress (IREC), Sousse, Tunisia, 2023, pp. 1-6.
3. Лоскутов, А. А. Использование симуляторов имитационного моделирования в образовательных целях и для научных исследований электроэнергетических объектов / А. А. Лоскутов // Электроэнергетика глазами молодежи: материалы XII Международной научно-технической конференции, Нижний Новгород, 16–19 сентября 2022 года. Том Часть II. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2022. – С. 199-202.

УДК 621.32

КАВАЛЕРОВ А.В., МАЛАФЕЕВ О.Ю.

О ПРИМЕНЕНИИ СВЕТОДИОДНЫХ ИСТОЧНИКОВ СВЕТА В ДОРОЖНОМ ОСВЕЩЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Светодиодные источники света широко используются во всех областях применения от систем общего освещения до специальных систем освещения.

В последнее время светодиоды получили распространение и в автомобильной светотехнике в качестве альтернативных источников света традиционным галогенным и ксеноновым лампам.

Светодиоды обладают лучшими энергетическими и световыми характеристиками, но имеют один существенный недостаток: высокая яркость свечения, приводящая к слепящему эффекту. Негативными последствиями высокой слепимости светильников являются усталость глаз, потеря концентрации.

В своде правил СП 52.13330.2016 [1] для светильников общего и местного освещения для контроля слепящего эффекта введен показатель дискомфорта UGR, а для светильников

уличного освещения слепящее действие, оказываемое осветительной установкой на водителей, регламентируют предельной силой света светильников в направлении водителей $I_{\text{пред}}$.

В результате анализа нормативных документов было выявлено, что в правилах ЕЭК ООН № 112 [2] установлены требования в отношении допустимой освещенности определенных точек и зон проверочного экрана, имитирующего перспективы двухполосной автомобильной дороги, при этом требования к слепящему эффекту фар отсутствуют.

Кроме того, в последнее время участились случаи установки светодиодных ламп взамен галогенных. Оптическая система фар под галогенные лампы не предназначена для применения светодиодов и является нарушением ГОСТ 33997-2016 [2] и влечет за собой штрафные санкции согласно ст. 12.5.1 КоАП РФ.

Таким образом, несмотря на все преимущества светодиодов, их применение в фарах транспортных средств без должного контроля уровня яркости может приводить к ухудшению дорожной безопасности вследствие слепящего действия на водителей встречных автомобилей.

Библиографический список

1. Свод правил. СП 52.13330.2016. Естественное и искусственное освещение. – М.: Минрегион РФ, 2016.
2. Технический регламент. Правила ЕЭК ООН № 112. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения автомобильных фар, испускающих асимметричный луч ближнего или дальнего света либо оба луча и оснащенных лампами накаливания и/или модулями светоизлучающих диодов (СИД). – ООН, 2023.
3. ГОСТ 33997-2016. Межгосударственный стандарт. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки. – М.: Стандартинформ, 2017.

УДК 621.311.25+621.352.6

ЛИПУЖИН И.А., КАРПОВА Е.А.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ВОДОРОДНЫМИ ТОПЛИВНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ МОЩНОСТИ ЭНЕРГОУСТАНОВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с глобальной проблемой загрязнения окружающей среды и поиском новых видов энергоресурсов во всем мире неуклонно растет интерес к водородной энергетике. Благодаря своим преимуществам, среди которых можно отметить экологическую чистоту, быстрый запуск, бесшумную работу и отсутствие движущихся частей, энергоустановки с водородными топливными элементами с протонообменной мембраной (ПОМТЭ) являются одним из драйверов развития водородной энергетики [1].

Целью данной работы является разработка математической модели системы электроснабжения, которая состоит из энергоустановки на основе ПОМТЭ, резервуара для хранения водорода и нагрузки. Водород поступает из резервуара в ПОМТЭ, где в результате химической реакции преобразуется в электричество, требуемое для питания нагрузки 0,4 кВ. В состав энергоустановки включены силовые преобразователи, которые необходимы для трансформации постоянного тока ПОМТЭ в переменный ток нагрузки.

Математическая модель исследуемой системы необходима для решения задачи выбора оптимальной мощности ПОМТЭ в составе системы электроснабжения по критерию минимума нормированной стоимости электроэнергии *(LCOE*, руб/кВт·ч):

$$LCOE = \sum_{t=1}^{n} \frac{I_t + F_t + M_t}{(1+r)^t} \Big/ \sum_{t=1}^{n} \frac{E_t}{(1+r)^t},$$

где I_t – капитальные затраты, руб: M_t – затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание в год, руб; F_t – стоимость топлива, руб; E_t – количество произведенной энергии в год, кВт·ч; r – ставка дисконтирования; t – срок службы энергоустановки, лет.

$$I = C_{\text{ТЭ}} + C_{\text{пр}} + C_{\text{хр}};\ C_{\text{ТЭ}} = c_{\text{ТЭ1}} \cdot P_{\text{ТЭ}};\ C_{\text{пр}} = c_{\text{пр1}} \cdot P_{\text{пр}};\ C_{\text{хр}} = c_{\text{хр1}} \cdot M_{\text{хр}};$$

где $C_{\text{ТЭ}}$ – стоимость ПОМТЭ, руб; $C_{\text{пр}}$ – стоимость силовых преобразователей, руб; $C_{\text{хр}}$ – стоимость хранилища водорода, руб; $c_{\text{ТЭ1}}$ и $c_{\text{пр1}}$ – стоимость ТЭ и преобразователя мощностью 1 кВт, руб/кВт; $P_{\text{ТЭ}}$ и $P_{\text{пр}}$ – мощность ТЭ и преобразователя, кВт; $c_{\text{хр1}}$ – удельная стоимость хранилища в расчете на 1 кг водорода, руб/кг; $M_{\text{хр}}$ – вместимость хранилища, кг.

Затраты на эксплуатацию и техническое обслуживание M_t приняты в размере 5% от капитальных затрат. Стоимость топлива:

$$F = c_f \cdot m_f;\ m_f = m_{H_2} \cdot E,$$

где c_f – стоимость 1 кг водорода, руб/кг; m_f – количество потребленного водорода, кг; m_{H_2} – расход водорода для выработки 1 кВт·ч электроэнергии, кг/кВт·ч, E – количество произведенной энергии в год, кВт·ч:

$$E = P_{\text{ТЭ}} \cdot T,$$

где T – число часов работы энергоустановки с ПОМТЭ в год.

Используя предложенную математическую модель и алгоритмы оптимизации возможно найти оптимальную мощность энергоустановки с ПОМТЭ для заданного графика нагрузки потребителя.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (тема №FSWE-2022-0005).

УДК 621.3

КРАЛИН Ан.А., ПЕТУХОВ Я.И., КРЮКОВ Е.В., КРАЛИН Ал.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛИНЕЙНОГО ГЕНЕРАТОРА В СОСТАВЕ ВОЛНОВОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из перспективных источников альтернативной энергии являются морские волны. Энергетический потенциал морских волн оценивается в $8 \cdot 10^6$ ТВт·ч в год, что примерно в 100 раз превышает этот показатель у гидроэнергетики [1]. Еще одним преимущество морских волн является их высокая удельная плотность энергии, которая значительно превосходит ветровую и солнечную.

Для эффективного преобразования кинетической энергии морских волн в электрическую была предложена конструкция волновой электростанция, которая состоит из электромеханического преобразователя и силового блока. Электромеханический преобразователь предназначен для преобразования кинетической энергии морских волн в электрическую с помощью линейного генератора на постоянных магнитах, который связан с поплавком.

Для определения основных характеристик и проведения дальнейшей оптимизации конструкции была разработана модель линейного генератора в программном комплексе *COMSOL Multiphysics*. Для получения максимальной ЭДС при заданных границах движения индуктора были разработаны анимированные сеточные модели линейного генератора с различными вариантами расположения и количества постоянных магнитов. Также были получены

картины распределения векторов магнитной индукции, напряженности магнитного поля, распределение магнитного потока.

В результате моделирования было определено, что оптимальным вариантом является индуктор с двумя постоянными магнитами, расположенных встречными полюсами друг к другу. Также была получена зависимость ЭДС генератора от скорости и частоты колебания индуктора. Кроме того, были определены основные параметры якоря линейного генератора: индуктивность, количество витков, сечение провода катушки, активное сопротивление якоря. По результатам моделирования также были получены геометрические параметры линейного генератора.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

---

1. Masjono, S. Manjang, Z. Zainuddin and A. Thaha. Modelling and numerical simulation of multiple one way gearswave energy converter to generate electricity. ICSGTEIS, Kuta, Bali, Indonesia, 2014, pp. 73-77.

УДК 621.316

КУГУЧЕВА Д.К., ХАРИТОНОВ М.С.

СПОСОБ СНИЖЕНИЯ ВЛИЯНИЯ ОБЪЕКТОВ МИКРОГЕНЕРАЦИИ НА БАЗЕ ФЭП НА НЕСИММЕТРИЮ НАПРЯЖЕНИЙ

Калининградский государственный технический университет

Внедрение объектов микрогенерации на базе ВИЭ в распределительные электрические сети низкого напряжения может стать причиной ухудшения качества электроэнергии в низковольтных электрических сетях [1]. Данная проблема активно обсуждается в международном научном сообществе в регионах, где происходит развитие возобновляемой энергетики в частном секторе.

Уровень внедрения микрогенерации в российских сетях на данный момент невысок [2], однако развитие технологий и производств в совокупности с принятыми законопроектами положительно сказываются на стимулировании потребителя к установке микрогенерации, что повлечет за собой возникновение проблем с качеством электроэнергии.

Внедрение объектов микрогенерации на базе ФЭП в распределительные электрические сети низкого напряжения в случае превышения производства электроэнергии над потреблением в узле сети приводит к возникновению обратного потока мощности, оказывающего влияние на несимметрию напряжений из-за повышения напряжения в фазе сети, к которой подключен объект микрогенерации. Возникающая при этом несимметрия, которая может превышать установленные ГОСТ 32144-2013 пределы, и повышенное напряжение приводят к увеличению потерь электроэнергии, негативному воздействию на электроприемники и снижению уровня надежности электроснабжения.

Проведенные исследования показали, что при однофазном подключении объектов микрогенерации на базе ВИЭ без применения специализированных устройств симметрирования наблюдается превышение показателей несимметрии. В условиях возможного роста числа объектов микрогенерации установлено, что наиболее эффективным решением проблемы несимметрии является перераспределение выдаваемой объектом микрогенерации мощности между нагрузками фаз путем переключения с наименее нагруженной на наиболее нагруженную фазу.

На основе известных положений о возможности снижения несимметрии напряжений путем переключения нагрузки с наиболее загруженной фазы на наименее загружен-

ную фазу авторами разработано симметрирующее устройство для работы с объектами микрогенерации на базе фотоэлектрических преобразователей, отличающееся от аналогов используемым способом переподключения объектов микрогенерации с использованием генератора случайных чисел, предотвращающего одновременное переподключение всех объектов микрогенерации в сети на другие фазы и путем определения оптимальной нормой отстройки каждого симметрирующего устройства по петле гистерезиса.

Предлагаемое решение по борьбе с несимметрией является адаптированным к условиям функционирования объектов микрогенерации в России, работоспособность которого математически и экспериментально подтверждена.

Библиографический список

1. Харитонов, М. С. Исследование влияния объектов микрогенерации на уровень напряжения в электрических сетях низкого напряжения / М. С. Харитонов, Д. К. Кугучева // Электроэнергия. Передача и распределение. – 2024. – № 1(82). – С. 34-43. – EDN LFJIBC.
2. Информационный обзор рынка ВИЭ в России (октябрь – декабрь 2022г.) [Электронный ресурс]. - Режим доступа: https://rreda.ru/products/quarterly-reviews/review-407

УДК 621.3

ЛОСКУТОВ А.А., ГУСЬКОВА Ю.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ В ЛОКАЛЬНЫХ ЭНЕРГОСИСТЕМАХ С ОБЪЕКТАМИ МИКРОГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время микрогенерация является одним из активно развивающихся направлений в электроэнергетике. Применение источников распределенной генерации (ИРГ) обеспечивает гибкость и надежность электроснабжения, независимость от централизованной системы электроснабжения, создает возможность участия в рынке электроэнергии для потребителей, позволяет снизить их расходы на электроэнергию. Использование возобновляемых источников энергии (ВИЭ), таких как солнечные и ветровые установки, в качестве объектов микрогенерации, позволяет снизить негативное экологическое воздействие на окружающую среду. С введением Федерального закона № 471-ФЗ от 27.12.2019 [1] применение объектов микрогенерации в России становится возможным не только для собственных нужд, но и для продажи электроэнергии в сеть. Однако внедрение ИРГ в сети 0,4 кВ оказывает влияние на действие защитных устройств.

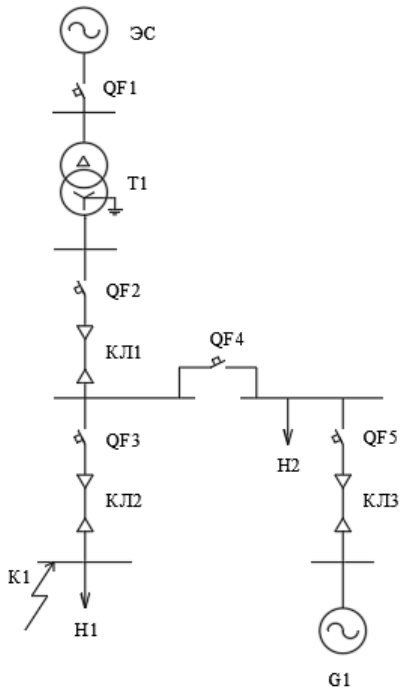


Рис. 1. Фрагмент локальной энергосистемы 10/0,4 кВ, моделируемой в *PSCAD*

Целью исследования является имитационное моделирование и анализ чувствительности действия защит в сетях 0,4 кВ при внедрении источников собственной генерации у потребителей. Появление у потребителей собственных источников ведет к появлению реверсивных потоков электроэнергии в зависимости от режимов потребления и генерации в узлах сети. Кроме того, токи подпитки, создаваемые ВИЭ, значительно ниже токов, создаваемых традиционными источниками энергии. Все это ведет к тому, что уровни токов короткого замыкания (КЗ) могут кардинально отличаться для различных режимов работы сети (особенно заметно отличие уровней токов в параллельном и островном режимах работы).

Таким образом, устройства защиты с уставками, выбранными для одного режима работы сети, могут не сработать при другом режиме работы данной сети из-за резкого снижения уровня токов КЗ. Для устранения данной проблемы в сетях с источниками микрогенерации необходима автоматическая адаптация уставок в зависимости от режима работы сети.

В ходе выполнения исследования в программном комплексе *PSCAD* была разработана имитационная модель фрагмента сети 10/0,4 кВ с объектами микрогенарации и проведен ряд модельных экспериментов, рассчитаны коэффициенты чувствительности и токораспределения для различных режимов.

---

1. Федеральный закон от 27.12.2019 N 471-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «Об электроэнергетике» в части развития микрогенерации» // Собрание законодательства РФ. – 2019.

УДК 621.3

ЛОСКУТОВ А.А., ТОРГУШИН А.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ НАПРАВЛЕННОЙ ЛОГИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ ШИН ДЛЯ ОБЪЕКТОВ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Направленная логическая защита шин (НЛЗШ) – это один из важных компонентов системы автоматизированной защиты электроэнергетических объектов. Она представляет собой систему, которая защищает электрические шины подстанции или другого объекта от коротких замыканий. Основная задача НЛЗШ - обеспечить быстрое и точное определение возникших аварийных ситуаций на шинах и перекрыть их путем отключения соответствующих секций или устройств. Это помогает предотвратить серьезные повреждения оборудования, а также минимизировать аварийные ситуации [1].

В настоящее время активно развивается внедрение источников распределенной генерации, в ходе которого происходит ввод генераторов малой мощности, подключаемых к шинам распределительных устройств (РУ) 6-10 кВ, как новых подстанций, так и действующих. Для защиты шин РУ генераторного напряжения в условиях многостороннего питания наилучшим решением является использование дифференциальной защиты шин (ДЗШ). Однако высокая стоимость микропроцессорных устройств защиты побуждает заказчика к поиску альтернативных вариантов. Несмотря на относительную дешевизну, НЛЗШ имеет свои проблемы и ограничения. Многими специалистами по релейной защите выдвигаются предположения о наличии следующих недостатков, которые могут не позволить НЛЗШ быть основной защитой шин 6-10 кВ подстанций с источниками малой генерации: недостаточное быстродействие; наличие мертвой зоны у органа направления мощности (ОНМ); вероятность ложного срабатывания защиты при наличии токов качаний; зависимость защиты от цепей напряжения; сложность алгоритмов; меньшая по сравнению с ДЗШ надежность защиты.

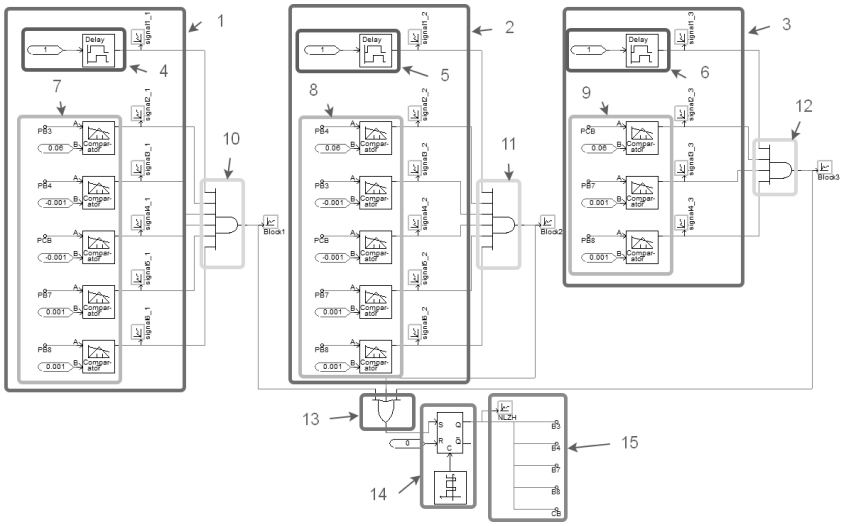


Рис. 1. Модель логики НЛЗШ в PSCAD

Основной целью данного исследования является проверка эффективности применения НЛЗШ в системах с источниками распределенной генерации.

В ходе выполнения исследования в программном комплексе PSCAD была разработана имитационная модель сети 110/10 кВ, модель логики НЛЗШ, и был проведен ряд экспериментов, подтверждающих возможность эффективно применять НЛЗШ для защиты шин подстанции с наличием источника распределенной генерации.

---

1. Беляев, А.В. Защита, автоматика и управление на электростанциях малой энергетики (Часть 1) / А.В Беляев. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2010 – (Библиотечка электротехника, приложение к журналу «Энергетик», Вып. 6 (138)). – 84 с.

УДК 621.3

ПЕТУХОВ Я.И., КРАЛИН Ан.А., КРЮКОВ Е.В., КРАЛИН Ал.А.

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КОНВЕРТОРА ВОЛНОВОЙ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из ключевых направления развития мировой энергетики является использование альтернативных источников. Основной причиной перехода к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) является сильное негативное влияние традиционных источников энергии на экологическую обстановку. Среди всех видов ВИЭ морские волны обладают самым высоким энергетическим потенциалом.

Для получения электрической энергии из морских волн необходимо устройство, которое конвертирует кинетическую энергии волны в электрическую с максимально возможной эффективностью. Авторами была разработана конструкция конвертора волновой энергии, которая состоит из двух частей: электромеханического преобразователя и силового блока.

Электромеханический преобразователь предназначен для преобразования кинетической энергии морских волн в электрическую с помощью линейного генератора на постоянных магнитах (неодимовых).

Силовой блок волновой электростанции необходим для преобразования электрической энергии под требуемые параметры нагрузки, так как амплитуда и частота выходного напряжения электромеханического преобразователя волновой электростанции являются непосто-

янными величинами, зависящими от характеристик интенсивности волнового процесса. Основные параметры физической модели были определены в результате ранее проведенного имитационного моделирования энергетической установки.

По результатам физического моделирования были получены осциллограммы ЭДС генератора (рис. 1, *а*) и напряжение на нагрузке (рис. 1, *б*).

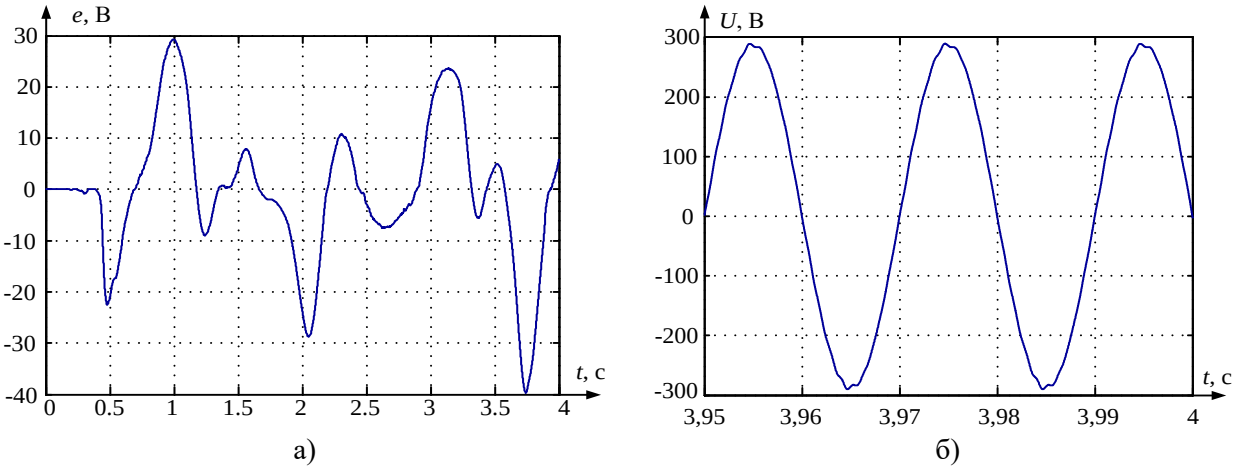


Рис. 1. Осциллограмма: а – ЭДС генератора, б – напряжение на нагрузке

В результате была изготовлена физическая модель конвертора волновой энергии, работоспособность которого подтверждена результатами физического моделирования. По осциллограммам различных величин можно сделать вывод о корректной работе силового блока.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2022-0005).

---

1. Мысленков, С. А. Оценка потенциала волновой энергии в Японском море / С. А. Мысленков // Процессы в геосредах. 2018. № 3(17). С. 284-286.

УДК 621.316.925

РОМАНОВ Л.Р., ШАРЫГИН М.В.

АНАЛИЗ ПРИЧИН НЕИСПРАВНОСТЕЙ УСТРОЙСТВ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в Российской Федерации идет процесс модернизации и цифровизации электрических сетей в соответствии с программой инновационного развития ПАО «Россети», совершенствуются электротехнические комплексы релейной защиты и автоматики (РЗА), являющиеся одним из основных средств для обеспечения надежности электроснабжения.

Несмотря на улучшение показателей надежности внедряемых устройств РЗА, необходимо обеспечить их корректную работу с уже имеющимся в системе оборудованием, так как это напрямую влияет на качество выявления и ликвидации аварийных режимов, на исключение ложных и излишних срабатываний.

Проанализировав данные (рис. 1) из отчета АО «СО ЕЭС» о результатах неправильного функционирования устройств РЗА в ЕЭС России за 2019–2023 год [1], отчетливо видно, что наиболее распространенными причинами неисправностей в комплексах РЗА являются некачественное проектирование, монтаж и наладка (13–17%), их физический износ (26–30%), дефекты во вторичных цепях и самом оборудовании (26–28%).

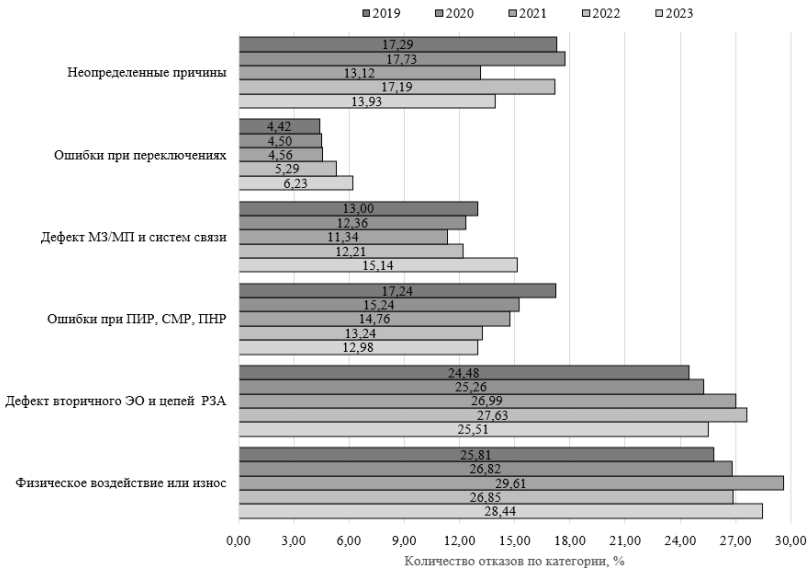


Рис. 1. Классификация технических причин неправильного функционирования комплексов РЗА

Исходя из результатов анализа можно сделать вывод, что для стабильного и надежного функционирования систем РЗА следует не допускать превышения срока эксплуатации технически и морально устаревшего оборудования, осуществлять дополнительные проверки устройств, еще находящихся в эксплуатации. Необходимо систематически повышать квалификацию работников проектных и обслуживающих организаций для минимизации случаев неисправностей вследствие человеческого фактора.

---

1. Информация о результатах функционирования устройств РЗА в ЕЭС России в 2023 году. [Электронный ресурс]. URL: https://www.so-ups.ru/functioning/tech-base/rza/rza-account-analys/rza-results-info/2023/ (дата обращения 28.04.2024).

УДК 621.3

ЛОСКУТОВ А.А., СИМАНОВ А.С.

РЕШЕНИЕ ОПТИМИЗАЦИОННОЙ ЗАДАЧИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИБРИДНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СИМПЛЕКС МЕТОДА

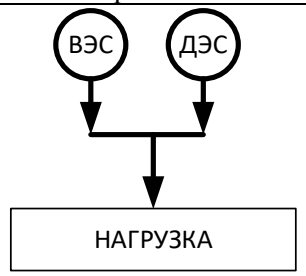
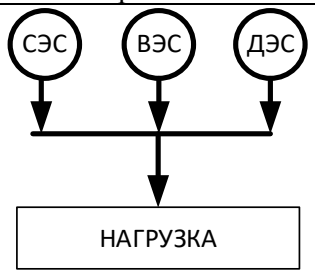
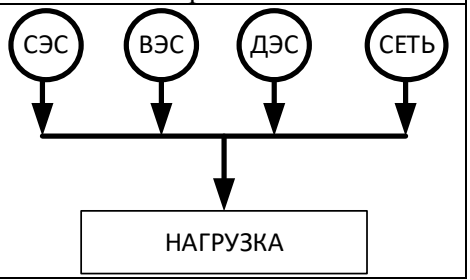
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гибридные источники электроэнергии набирают свою актуальность в контексте эффективного и бесперебойного электроснабжения [1]. Объединение различных источников электроэнергии позволяет обеспечить вариативность и безопасность для потребителя. Одним из немало важных факторов, определяющих состав и соотношение между используемыми источниками электрической энергии является экономический вопрос. Гибридные системы могут эффективно использовать и компенсировать недостатки энергоресурсов за счёт использования других источников. Это особенно важно в регионах с переменным климатом или ограниченными ресурсами, где гибридные системы могут стать ключевым решением для обеспечения энергетической независимости и снижения воздействия на окружающую среду. В данной работе рассмотрен один из известных методов решения задач линейного программирования (симплекс метод) в контексте экономической оптимизации использования источников гибридной энергосистемы [2]. В ходе исследований был произведён анализ совмест-

ного использования различного количества источников электроэнергии и проведена оценка эффективности данных комплексов.

В рамках исследования были рассмотрены три вида энергосистем, включающие в себя ветряную, солнечную и дизельную электростанции, а также централизованную энеросистему (сеть), являющуюся традиционным источником электроэнергии. Рассмотренные комплексы, объединяющие в себе данные источники представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Комплексы источников**

1 энергосистема	2 энергосистема	3 энергосистема
		

В ходе работы были рассчитаны стоимости 1 кВт/ч электроэнергии для каждого из рассмотренных источников в условных единицах. Для применения симплекс метода сформированы целевая функция и ряд выражений с ограничениями.

Каждая из рассмотренных энергосистем имеет уникальные параметры и, как следствие, своё независимое оптимальное решение.

Симплекс метод является удобным инструментом для любого количества источников и позволяет путём несложных линейных математических преобразований сделать правильный выбор в оптимизации совместной работы нескольких источников гибридной энергосистемы.

Библиографический список

1. Lamedica R., Santini E., Ruvio A., Palagi L., Rossetta I. A MILP methodology to optimize sizing of PV - Wind renewable energy systems / Energy 165 (2018) pp.385–398.
2. Л. Б. Директор, И. Л. Майков, Решение задач оптимизации сложных энергетических систем, УБС, 2010, выпуск 28, 274–292

УДК 621.31

СУХОТНИК Д.В. ШАЛУХО А.В.

ПОНЯТИЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ АГЕНТОВ ПРИ МУЛЬТИАГЕНТНОМ УПРАВЛЕНИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной электроэнергетике одна из важных задач связана с совершенствованием подходов к управлению электроэнергетическими объектами. Перспективное решение данной задачи связано с развитием мультиагентных систем управления (МАС) [1].

МАС представляет собой компьютеризированную систему, состоящую из множества взаимодействующих интеллектуальных агентов. Такая система способна быстро решать множество, поставленных перед ней задач, что является актуальным в сфере электроэнергетики.

Ключевыми компонентами МАС являются агенты. Под агентом понимается программно-аппаратный комплекс, который получает информацию о происходящих событиях, показатели эффективности, после чего в результате обработки поступивших данных исполняет команды, воздействуя на физическую среду для достижения установленной цели

Общие требованиями к агентам включают в себя: активность – возможность организации и последующей реализация действий; реактивность – способность воспринимать состояние как внешней, так и внутренней среды; автономность – обладание собственным поведением, т.е. независимость от окружающей среды;

В техническом плане агенты представляют собой контроллеры, работающие на основе одного программного обеспечения и оснащенные соответствующими инструментами, такими как датчики и исполнительные устройства (приводы, контакторы и др.).

Применительно к электроэнергетической отрасли предполагается, что на электростанциях будут находится агенты моделирования, задания режима работы и принятия решений. У потребителя будет находится агент диагностирования, который играет роль обратной связи, он будет посылать сигнал агенту принятия решений и агенту задания режима работы. Обмениваясь между собой данными, система агентов будет определять оптимальный вариант производства энергии с минимальными затратами.

---

1. Эрдили Н.И., Шалухо А.В. Разработка алгоритма управления режимами работы децентрализованной системы электроснабжения с возможностью обмена электроэнергией// Фёдоровские чтения – 2019: М.: Издательский дом МЭИ, 2019. С. 376-378.

УДК 621.311.1

ШЕСТАКОВА А. П., СЕВОСТЬЯНОВ А.А.

О ВЛИЯНИИ ПРОВАЛОВ И ПЕРЕРЫВОВ НАПРЯЖЕНИЙ НА КАЧЕСТВО ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Многочисленные исследования систем электроснабжения промышленных потребителей электроэнергии показывают, что во многих регионах России у потребителей наблюдается низкое качество электрической энергии. Из-за нарушения требований к качеству электроэнергии в производственном процессе предприятий возникает около 60% брака и сбоев технологического режима работы промышленных электроприемников.

Данные нарушения могут быть связаны с провалами (ПН) и прерываниями напряжения (ПРН). Эти помехи возникают в нормальном режиме работы промышленного оборудования, к которым относятся технологическое оборудование предприятий: дуговые сталеплавильные печи (ДСП), различные прокатные станки, сварочные машины и т.д.

В большинстве случаев технические проблемы, связанные с функционированием электроприемников при нарушении качества электрической энергии вызваны: гармониками напряжения – 18 % нарушений; провалами или прерываниями напряжения – 52 % нарушений технологического режима.

Уровень влияния ПН и ПРН на промышленные электроприемники зависит от факторов, определяющих глубину ПН, длительность провала и частоту появления ПН. При этом, наиболее чувствительными к данным видам помех являются системы управления и защиты промышленных электроприемников, построенных на базе микропроцессорной техники.

При оценке надежности работы технологического оборудования промышленных предприятий в условиях возникновения ПН и ПРН необходимо учитывать величину возможного ущерба от данных помех. Значения ущербов от низкого качества электрической энергии определенные в долях от общего ежегодного ущерба, исходя из практики эксплуатации оборудования, составляют: для провалов и кратковременных прерываний напряжения длительностью менее 3 мин – 57,7 %; для перенапряжения – 34,4 %; для длительных преры-

ваний напряжения более 3 мин – 4,3 %; для несимметрии напряжения – 2,7% и несинусоидальности напряжения – 0,9 %.

Как видно, наибольший ущерб наблюдается от помех в виде ПН и кратковременных ПРН, и в то же время, сложность современных технологических процессов и высокие требования к поддержанию их стабильности приводят к значительным потерям в различных отраслях промышленности.

Для повышения устойчивости технологического оборудования к ПН и ПРН, а также снижения ущербов, необходимо введение нормирования ПН и ПРН. В системах электроснабжения промышленных предприятий для снижения влияния электроприемников, создающих помехи в виде ПН и ПРН на другие промышленные потребители, следует разделять их питание или внедрять в систему электроснабжения ответственных электроприемников источники бесперебойного питания.

Библиографический список

1. Добрусин Л.А. Проблемы качества электроэнергии и электроснабжения в России / Л.А. Добрусин // Энергоэксперт. - 2008. - № 4 (9). – С.30-35.
2. Вагин Г.Я., Куликов А.Л. Качество электрической энергии в системах электроснабжения. Анализ состояния методов нормирования и контроля // Электрические станции. 2019. №6(1055). С.54-59

УДК 621.352.6

ШАЛУХО А.В., ЛИПУЖИН И.А., ШУВАЛОВА Ю.Н.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ТОПЛИВНОГО ЭЛЕМЕНТА С ПОЛИМЕРНОЙ ПРОТОНООБМЕННОЙ МЕМБРАНОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одно из направлений повышения эффективности управления энергоустановками на водородных топливных элементах (ТЭ) связано с прогнозированием текущих характеристик ТЭ, которые изменяются в процессе работы в зависимости от ряда факторов (температуры окружающей среды, режима работы и др.). В рамках решения данной задачи разработана математическая модель, описывающая связи между выходными и внутренними параметрами ТЭ, параметрами окружающей среды и показателями режима работы.

Напряжение ТЭ $U_{\text{ТЭ}}$ определяется по выражению:

$$U_{\text{ТЭ}} = (E_{\text{Нернста}} - U_{\text{акт}} - U_{\text{ом}} - U_{\text{трансп}}) \cdot n, \quad (1)$$

где $E_{\text{Нернста}}$ – потенциал Нернста, В; $U_{\text{акт}}$ – активационные потери, В; $U_{\text{ом}}$ – омические потери, В; $U_{\text{трансп}}$ – транспортные потери, В; n – количество мембрано-электродных блоков, шт.

Уравнение для расчета потенциала Нернста получено из уравнения свободной энергии Гиббса, и позволяет определять потенциал ячейки при различных условиях [1]:

$$E_{\text{Нернста}} = E^0 - \frac{RT}{2F} \ln(P_{H2} \cdot P_{O2}^{0.5}), \quad (2)$$

где E^0 – стандартный потенциал Нернста при нормальной давлении, В; R – универсальная газовая постоянная, Дж/(моль·К); F – постоянная Фарадея, Кл/моль; T – температура ТЭ, К; P_{H2} – парциальное давление водорода, бар; P_{O2} – парциальное давление кислорода, бар.

Активационные потери определяются как потери, необходимые для начала химической реакции между реагентами:

$$U_{\text{акт}} = \beta_1 + \beta_2 T + \beta_3 T \ln(C_{\text{O2}}) + \beta_4 T \ln(i), \quad (3)$$

где β_1, β_2, β_3, β_4 – параметрические константы, C_{O2} – концентрация кислорода, м$^{-3}$; i – ток, А.

Омические потери – это потери, обусловленные сопротивлением ТЭ:

$$U_{ом} = i \cdot R_{ТЭ}, \quad (4)$$

где $R_{ТЭ}$ – сопротивление ТЭ, Ом, зависящее от влажности мембраны.

Транспортные потери связаны с концентрацией водорода и кислорода на аноде и катоде соответственно:

$$U_{трансп} = B \ln(1 - \frac{i}{i_{max}}), \quad (5)$$

где $B = RT/2F$ – константа, i_{max} – максимальный ток ТЭ, А.

Изменение температуры окружающей среды влияет на внутреннюю температуру ТЭ T, концентрацию кислорода C_{O2} и влажность мембраны, вызывая изменение составляющих (2)-(5) и напряжения ТЭ.

Разработанная модель предназначена для создания набора данных для обучения рекуррентной нейронной сети, с помощью которой будет решаться задача прогнозирования выходных характеристик ТЭ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 24-29-00804, https://rscf.ru/project/24-29-00804/.

---

1. S. Sumeshan, D. R. Kumar and B. Krishna, Simulink model of proton exchange membrane fuel cell, *2022 7th International Conference on Environment Friendly Energies and Applications (EFEA)*, Bagatelle Moka MU, Mauritius, 2022, pp. 1-4, doi: 10.1109/EFEA56675.2022.10063799.

Подсекция 2.3

Преобразователи параметров электрической энергии

УКД 621.314.1

МИШЕНЕВА Д.Р., ШИРШИН К.А., ВИХОРЕВ Н.Н.

ТРАНСФОРМАТОРНЫЙ ДРАЙВЕР ДВУНАПРАВЛЕННОГО КЛЮЧА ДЛЯ СХЕМЫ АКТИВНОЙ БАЛАНСИРОВКИ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫХ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аккумуляторные батареи играют важную роль в современной электроэнергетике и электротехнике. Они обеспечивают надёжное и бесперебойное электроснабжение различных устройств и электротехнических систем.

Аккумуляторные батареи, предназначенные для питания нагрузки большой мощности обычно состоят из большого числа ячеек (элементов) подключенных последовательно и/или параллельно. Ввиду того, что все аккумуляторные элементы имеют параметрические отклонения, процессы заряда и разряда требуют применения схем балансирования.

Одним из возможных решений может выступать система активного балансирования, представленная на рис. 1. Концепция предусматривает координатную передачу энергии от ячейки с большим зарядом к ячейке с меньшим зарядом, тем самым позволяя повысить эффективность и надежность эксплуатации многоэлементной аккумуляторной батареи [1].

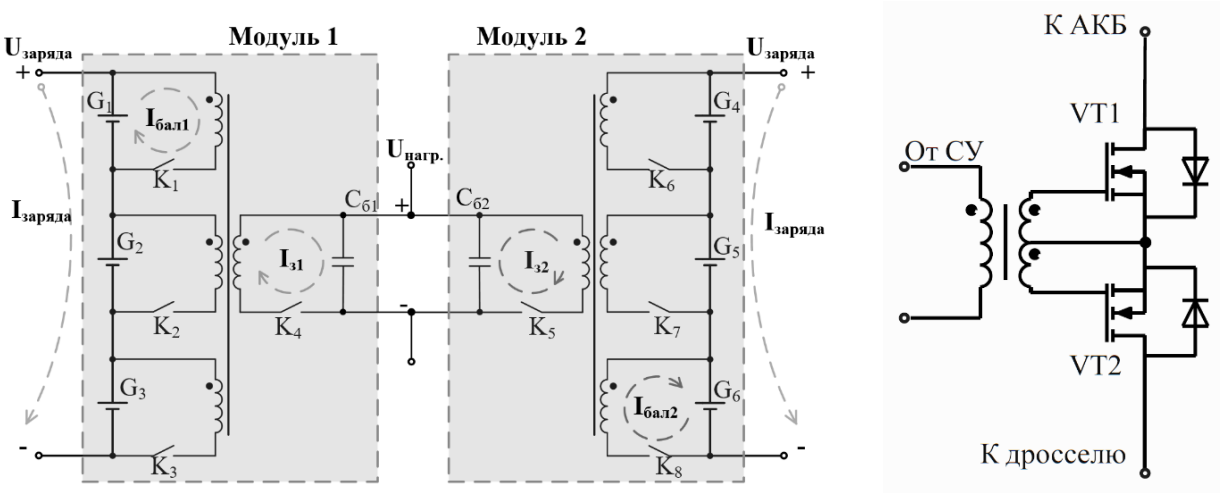


Рис. 1. Система активной балансировки АКБ: а) структурная схема балансира б) принципиальная схема двунаправленного ключа

Достигнуть наибольшей энергоэффективности системы балансировки возможно только минимизировав статические и динамические потери на полупроводниковых ключах. Выполнение этой задачи можно достигнуть за счет использования полевых *MOSFET* транзисторов, сопротивление открытого канала которых может составлять тысячные доли ома.

Управление ключами осуществляется через цепи драйверов и эти цепи, как и другие части устройства активной балансировки должны обладать максимальным КПД. В качестве драйвера для транзисторов будет рассматриваться трансформаторный драйвер, который обеспечивает развязку силовой части и системы управления, а также минимальные энергетические потери.

---

1. Nikolay Vikhorev, Andrey Kurkin, Dmitriy Aleshin, Danil Ulyanov, Maksim Konstantinov, Andrey Shalukho. Battery Dynamic Balancing Method Based on Calculation of Cell Voltage Reference Value // Energies, Volume 16, Issue 9 (May-1 2023)

УДК 621.3

В.В. РОСТОВСКИЙ, А.В. СЕРЕБРЯКОВ

ПОСТРОЕНИЕ НЕЧЁТКОЙ КОГНИТИВНОЙ КАРТЫ КАК МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ ЗАДАННЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОНОМНОГО ГЕНЕРАТОРНОГО КОМПЛЕКСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлены подходы к использованию нечётких когнитивных моделей для исследования сложных систем и процессов. Как правило, нечёткие когнитивные модели применяются для предварительного анализа сложных систем и проблемных ситуаций, результаты которого используются для последующего углубленного исследования [1].

На рис. 1 представлена нечёткая когнитивная карта оценки рисковых ситуаций на этапе проектирования СТС.

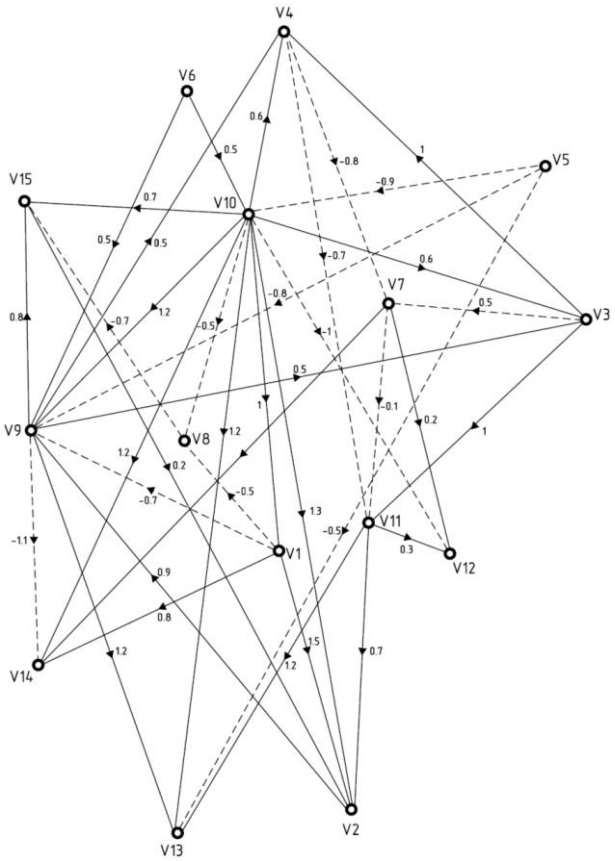


Рис. 1. Нечёткая когнитивная карта оценки рисковых ситуаций на этапе проектирования автономного генераторного комплекса

Здесь V1 – надёжность сложной технической системы (СТС); V2 –стоимость постройки; V3 – КПД; V4 – экономичность; V5 – ремонтопригодность; V6 – выходные параметры (U,f); V7 – стоимость выработанной энергии; V8 – вероятность возникновения аварийной ситуации; V9 – сложность конструкции; V10 – степень автоматизации; V11 –мощность; V12 – количество обслуживающего персонала; V13 – стоимость ремонта; V14 – ресурс; V15 – безопасность;

Характерным примером реализации данного метода прогнозирования является выполнение задачи мониторинга динамики изменения параметров автономного генераторного комплекса, ярко выраженной особенностью которых является разнородность входящих в их состав объектов, а также многообразие и разнотипность взаимосвязей и взаимозависимостей между объектами автономного генераторного комплекса.

Интерпретировать связи показанные на рис. 1, можно следующим образом: например связь $v11 \rightarrow v12$ с весом 0,3 говорит о том, что увеличении (уменьшении) значения параметра $v11$ на 10%, то значение параметра вершины $v12$ увеличится (уменьшится) на 3%; связь $v3 \rightarrow v7$ с весом -0,7 говорит о том, что если при увеличении (уменьшении) значения параметра $v3$ на 10%, то значение параметра вершины $v7$ уменьшится (увеличится) на 7%.

Таким образом, применение нечётких когнитивных позволяет прогнозировать изменение в надёжностных характеристиках, стоимости постройки, а так же позволит производить мониторинг и прогнозирование технического состояния.

Библиографический список

1. Александр П. Ротштейн. Нечеткие когнитивные карты в анализе надежности систем // Иерусалимский политехнический институт. Иерусалим, Израиль.
2. Основы нечеткой логики: Учебно-методическое пособие к практическим занятиям и лабораторным работам / Д.Р. Григорьева, Г.А. Гареева, Р.Р. Басыров - Набережные Челны: Изд-во НЧИ КФУ, 2018. - 42 с.
3. Хаптахаева Н.Б., Дамбаева С.В., Аюшеева Н.Н. Введение в теорию нечетких множеств: Учебное пособие. – Часть I. – Улан-Удэ: Изд-во ВСГТУ, 2004. - 68 с.: ил. Ха199 ISBN 5-89230-199-0
4. Пивкин В.Я., Бакулин Е.П., Кореньков Д.И. Нечеткие множества в системах управления, http://idisys.iae.nsk.su/fuzzy_book/

УДК 621.314.58

САВЧУК В.С., ПЛЕХОВ А.С.

АДАПТАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С УЧЕТОМ ВЫХОДНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДУГИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Многие отрасли промышленности, такие как автомобилестроение, авиационная промышленность, судостроение, ракетостроение, станкостроение, строительство а также подъемно-транспортное, котельное, газовое, нефтегазодобывающее, металлургическое и горнодобывающее, а также транспортировка опасных грузов, строительных конструкций, стальных мостов и оборудования в химической, нефтехимической, нефтеперерабатывающей и взрывопожароопасной промышленности – находят широкое применение сварочному производству [1]. В связи с этим возникает потребность в том, чтобы улучшить качество сварки, при всё увеличивающихся её объемах. Для нас интересен STT-процесс, представляющий собой перспективный алгоритм сварки, разработанный компанией "Lincoln Electric" из США. Этот процесс называется STT в сокращении от английского термина "Surface Tension

Transfer" - перенос за счет сил поверхностного натяжения [2]. Его суть состоит в том, что перенос расплавленного металла осуществляется не спонтанно, а с помощью создания коротких замыканий под контролем тока и напряжения дуги.

Математические модели импульсного трансформатора разработаны с применением программного комплекса «MATLAB Simulink» и сторонних программных модулей от компании «Schneider Electric» [3]. Проверка выходных данных производится на базе производственной компании ООО «НПК «ЭТАЛОН» сопоставляя с теоретической базой данных.

Получена математическая модель импульсного трансформатора с дальнейшим ее применением в сварочных аппаратах.

Разработанная в программном комплексе «MATLAB Simulink» и с использованием сторонних плагинов от компании «Schneider Electric» математическая модель позволяет реализовать метод сварки STT с более глубокой калибровкой силовых импульсов мощности тока с четко заданными электрическими параметрами.

В дальнейшем планируется увязать полученные результаты с системой управления комплексом электроприводов механизмов сварочного агрегата представляющую собой: привод подачи проволоки (он же регулирует дуговой зазор), привод перемещения горелки (перемещение вдоль по периметру кромок стыка), привод перемещения электрода (колебания между свариваемыми кромками).

Библиографический список

1. И.К. Козлов., Д.Г. Сироткин. Исследования и разработки в области анодной сварки. Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Н. Новгород, 2014.
2. Короткова, Г. М.; Моторин, К. В. Сварочные трансформаторы. Тольяттинский государственный университет, 2018. 136 с.
3. Володин В.В. Продвинутые источники сварочного тока; Силовая Электроника, № 4’2014, Сварочное оборудование, 2014.

УДК 621.314.571

СЕРОВ А.В.[1], ТИТОВ В.Г.[1], АНДРЮХИН М.В.[2]

МАСШТАБИРОВАНИЕ УРОВНЕЙ ВЫХОДНОГО СИГНАЛА С ПОМОЩЬЮ ОПЕРАЦИОННОГО УСИЛИТЕЛЯ

[1] Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева
[2]АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»

Важным элементом в преобразовании электрических сигналов является его масштабирование к необходимому номиналу. В классическом варианте можно использовать датчик на элементах Холла. Но он больших габаритов и к нему необходимо питание ± 15 Вольт. В статье рассмотрен принцип построения для масштабирования силового напряжения в управляющий сигнал, который можно подавать на вход АЦП микроконтроллера, с помощью операционного усилителя. Расчеты производились в среде схемотехнического моделирования Micro-Cap [1].

Для задания силового напряжения используем источник идеального синуса амплитудой 150 Вольт с постоянной составляющей 150 Вольт (sinus_power). Далее с помощью одного операционного усилителя и резистивного делителя масштабируем напряжения звено постоянного тока с 300 Вольт до 1,5 Вольт. Второй операционный усилитель масштабирует силовое синусоидальное напряжение 150 Вольт в 1.5 Вольта. Фрагмент схемы приведен на рис. 1.

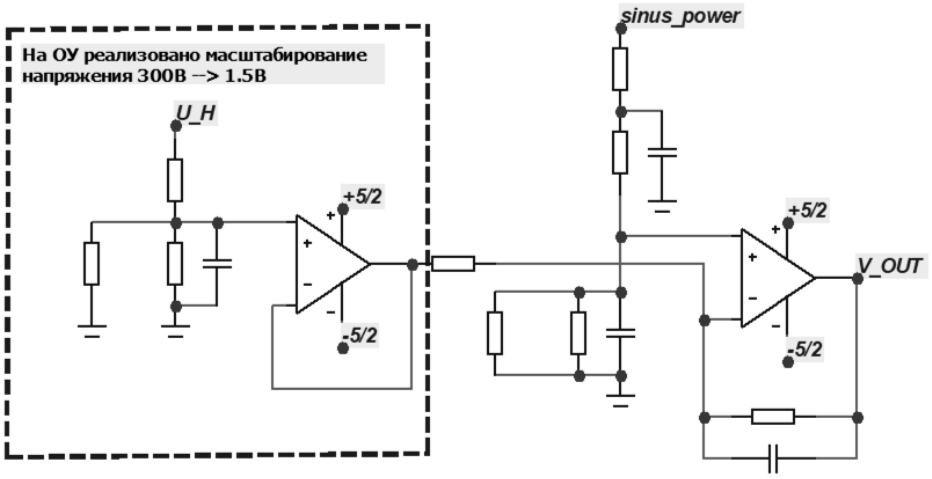


Рис. 1. Фрагмент схемы, масштабирующий силовое напряжение

Масштабируемое синусоидальное напряжение сравниваем с пилообразным сигналом, частотой 1 МГц, таким образом формируем двуполярную ШИМ. Заметим, что нулевой уровень сигнала соответствует середине диапазона, размах пульсаций составляет ±2.5 Вольта. Для передачи сигнала используем модулятор и демодулятор сигнала. Импульсы с компаратора приходят через инвертирующие усилители на первичную обмотку трансформатора. Формируется данным способом фронт и спад сигнала управления. Для гальванической развязки используем трансформатор с одинаковым количеством витков на первичной и вторичной обмотке. Вторым трансформатором и демодулятором реализуем однополярную ШИМ амплитудой 5 Вольт. Заметим, что вторичная обмотка разделена на 2 равные части для исключения синфазной помехи, возникающими из-за наличия паразитных емкостей на линии [2]. Двумя инвертирующими усилителями с обратной связью реализована схема памяти фронтов импульсов, поступающих с демодулятора. Фрагмент схемы показан на рис. 2.

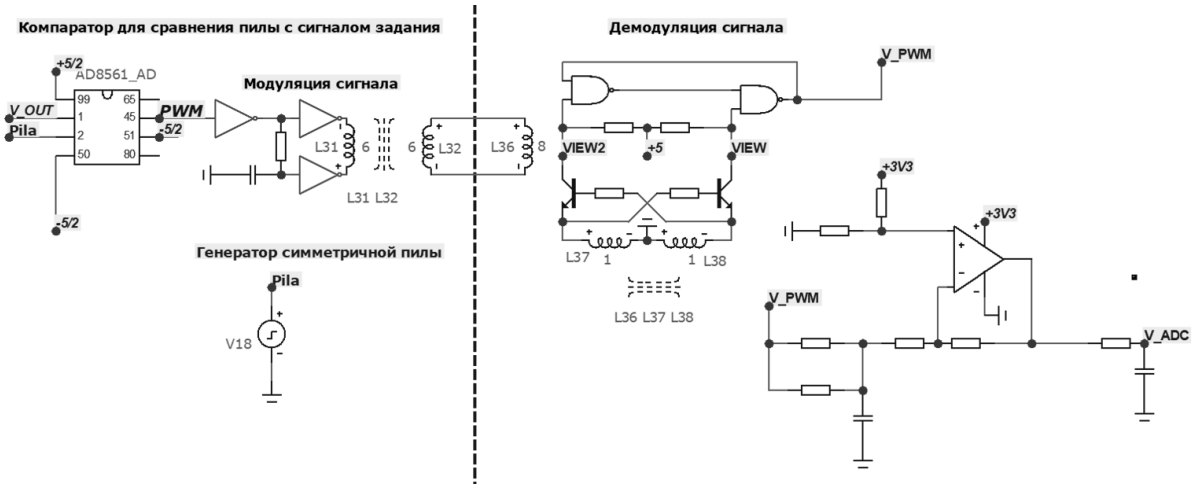


Рис. 2. Передача напряжения с помощью модуляции сигнала и согласование с уровнем напряжения питания микроконтроллера

Далее с помощью R-C фильтра сглаживаем сигнал для получения синусоидального напряжения и заводим на вход операционного усилителя. Резисторами на входах и в обратной связи добиваемся уровня сигнала, необходимого для согласования с микроконтроллером [3]. В нашем случае это амплитуда 3.3 Вольта. При этом постоянная составляющая равна 1.65 Вольта. На рисунке ниже продемонстрированы 3 напряжения в трактах преобразования сигналов схемы. Синяя линия – с выхода операционного усилителя, масштабирующего силовое напряжение, красная линяя – выхода демодулятора сигнала (это точка V_PWM снятая с

R-C фильтра, для получения гладкой составляющей сигнала), зеленая линяя – выходное напряжение 3.3 Вольта с постоянной составляющей 1.65 Вольт. Диаграммы работы схемы показаны на рис. 3.

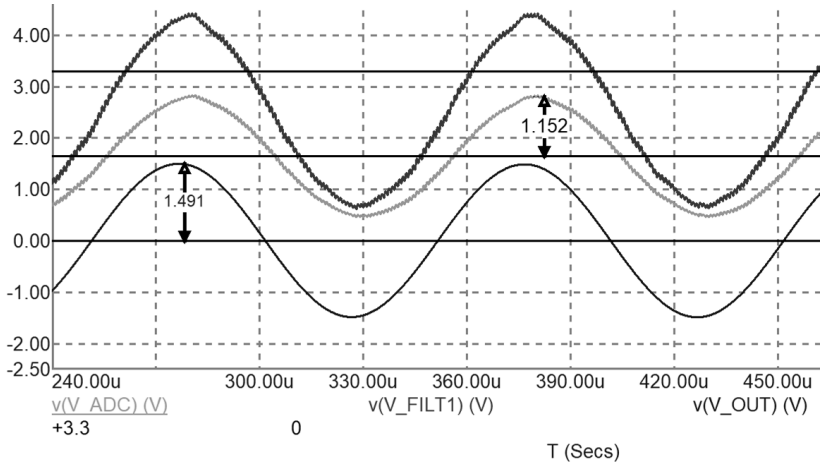


Рис. 3. Соотношение уровней напряжения схемы

В результате был получен необходимый уровень выходного напряжения с помощью операционного усилителя. В дальнейшем планируется апробация данной схемы на изделии.

Библиографический список

1. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10. = Смоленский филиал НИУ МЭИ, Смоленск, 2013. = 618 с.
2. Ваняев В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие / В.В. Ваняев; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 135 с.
3. Под ред. Уолта Кестера. Аналого-цифровое преобразование. Техносфера, Москва, 2007. – 1016 с.

УДК 62-83:621.313

УЛЬЯНОВ Д.А., СМИРНОВ А.Ю.

РАССМОТРЕНИЕ ИНДУКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ В СОСТАВЕ ПРИВОДА АВАРИЙНОЙ ЗАЩИТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматриваемый индукторный двигатель является составной частью привода аварийной защиты (АЗ) ядерных энергетических установок. При приведении привода АЗ в рабочее состояние двигатель обеспечивает быстрое принудительное перемещение регулирующего органа (РО) в положение останова, передавая энергию устройствам пассивной безопасности [1]. Таким образом, особенностями работы двигателей в приводах АЗ являются:

- весьма кратковременный режим работы с продолжительным нахождением в обесточенном состоянии,
- очень высокая перегрузочная способность по моменту,
- высокая отдача по моменту в ответ на увеличение тока,
- предельная надёжность.

Высокая перегрузочная способность по моменту обеспечивается проектированием в больших габаритах по отношению к номинальному режиму, однако для кратковременного режима электромагнитные и тепловые нагрузки, принимаемые при проектировании, могут

быть повышены, обеспечивая снижение габаритов и массы двигателя. Другими словами, сечение двигателя должно быть значительно более «железным», чем «медным». В этом случае можно указать на преимущество индукторного двигателя с электромагнитным возбуждением перед асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором. Исходя из вышесказанного, для кратковременного режима работы в составе привода АЗ обосновано применение индукторного двигателя с единственной четырёхфазной обмоткой на явно-выраженных полюсах-зубцах статора (рис. 1).

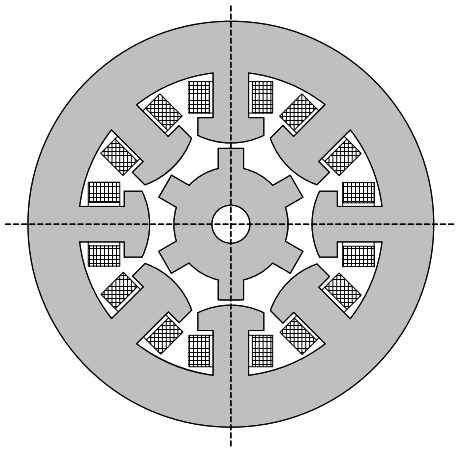


Рис. 1. Сечение индукторного двигателя с четырёхфазной обмоткой

Работоспособность данного двигателя была проверена с использованием методов численного моделирования в среде ANSYS. Из результатов можно заключить, что удалось значительно снизить габариты и массу двигателя, а также расширить диапазон рабочих скоростей.

---

1. Смирнов А.Ю. Проектирование индукторных двигателей для привода механизмов аварийной защиты ядерных реакторов / А.Ю. Смирнов, Д.А. Ульянов // Электротехника. – 2024. – 10. – (14 с.).

УДК 621.314

УТКИН Е.А., ТИХОНОВ А.П., ТЫЧИНКИН В.А., СОКОЛОВ В.В.

АНАЛИЗ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПРОЦЕССОВ В ПОВЫШАЮЩЕМ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕ И ОЦЕНКА ЕГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Повышающие преобразователи выполняются на базе обратноходовых ШИП постоянного тока и находят широкое применение в источниках бесперебойного электропитания, в источниках электропитания на базе топливных элементов и т.д., поэтому их совершенствование и исследование весьма актуально.

В докладе анализируются два варианта построения и выполняется сравнительная оценка схемных реализаций повышающего преобразователя: на одном и трех ключевых элементах. Рациональная структура построения повышающего преобразователя зависит от технических возможностей и характеристик источника.

Для анализа электромагнитных процессов повышающего преобразователя и оценки его КПД было использован пакет имитационного моделирования Micro-Cap V9. Моделирование в ПО Micro-Cap производится с учётом реальных параметров

полупроводниковых элементов включенных в схему имитационной модели, что позволяет достаточно корректно проанализировать их влияние на работу схемы.

На рис. 1 приведены варианты построения схем повышающего преобразователя и осциллограммы электромагнитных процессов, полученных путем моделирования

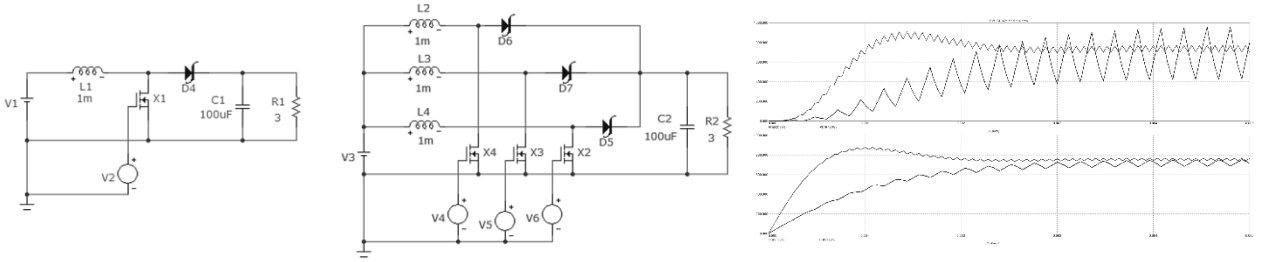


Рис.1. Варианты схем моделей повышающих преобразователей и осциллограммы сигналов

По полученным в результате моделирования осциллограмм видно, что в преобразователе, выполненном на трех ключевых элементах, потребляемый из источника ток имеет повышенную в три раза частоту и пониженный уровень пульсаций, по сравнения с преобразователем на одном транзисторе. Кроме того, КПД преобразователя, выполненного на трех транзисторах, больше за счет меньшей величины тока, протекающего через полупроводниковые приборы.

Библиографический список

1. Амелина М.А., Амелин С.А. Программа схемотехнического моделирования Micro-Cap. Версии 9, 10. – Смоленск, Смоленский филиал НИУ МЭИ, 2013. – 618 с., ил.
2. Тихомиров В.А. Компьютерный анализ энергетических преобразовательных устройств / В.А. Тихомиров; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2019. – 95 с.

УКД 621.314.1

ЦЕЛИЩЕВ И.Н., АЛЕШИН Д.А.

ОБЗОР ОДНОФАЗНЫХ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ С СИНУСОИДАЛЬНЫМ ПОТРЕБЛЯЕМЫМ ТОКОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Выпрямители в настоящее время достаточно сильно распространены, однако с этим связан ряд проблем, а именно использование такого вида преобразователей ведет к порождению гармонического ряда в сети и, следовательно, искажение формы сетевого напряжения, а также потребление импульсного тока сети.

Для борьбы с таким отрицательным эффектом существует три основных способа: использование входных фильтров из пассивных элементов; использование активных фильтров; применение активных выпрямителей. Есть множество топологий схем, в ходе работы были рассмотрены самые популярные из них. Поскольку фильтры являются отдельным устройством и не выполняют функции выпрямления напряжения, поэтому они не рассматриваются в данной работе.

Преобразователь по топологии *SEPIC* (*Single-ended primary-inductor converter*), принцип работы которого основан на *DC-DC* преобразователе, но благодаря использованию ещё

одной катушки индуктивности, позволяет как повышать, так и понижать напряжение на нагрузке [1]. Однако обладает сложным строением, чувствителен к температурным режимам, рассчитан на применение при малых мощностях.

Принцип работы корректора коэффициента мощности (ККМ) схож с работой повышающего *DC-DC* преобразователя, и он позволяет потреблять синусоидальный ток сети, однако способен только повышать напряжение [2].

Таблица 1. **Сравнение преобразователей**

Преобразователь	Синусоидальный ток потребления	Количество последовательных активных элементов	Способность повышать напряжение	Способность понижать напряжение
Мостовой тиристорный выпрямитель	+	5	-	+
ККМ с импульсным регулятором	+	1	-	+
Безмостовой ККМ	+	3	-	+
Однофазный безмостовой ККМ	+	3	+	+
SEPIC	+	1	+	-

Таким образом можно сделать вывод, что при небольших мощностях предпочтительней применение преобразователя по топологии *SEPIC.* В случаях, когда необходимо обеспечить синусоидальное потребление тока и выпрямление входного тока предпочтительней в качестве промежуточного преобразователя использовать корректор коэффициента мощности. Если требуется только выпрямления входного напряжения без обеспечения синусоидального потребления тока, используется тиристорный или диодный выпрямитель.

Библиографический список

1. M Perianayagi, Dr.N.Rathina Prabha, Dr.J.Gnanavadivel PG scholar, Associate Professor(Sr.Grade). Design and analysis of single switch dual output DC-DC SEPIC converter.
2. Nikolay Vikhorev, Dmitriy Aleshin. Two-channel bridgeless rectifier // Intelligent Electrical Engineering 2019 No.4 (December 27, 2019)

УДК 621.314.1

ШИРШИН К.А., ВИХОРЕВ Н.Н., МИШЕНЕВА Д.Р.

ДРАЙВЕР УПРАВЛЕНИЯ ТРАНЗИСТОРАМИ КВАЗИРЕЗОНАНСНОГО *DC/DC* ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Широкое распространение электротранспорта и электротехнических систем, включающих в свой состав накопители электроэнергии, обуславливают необходимость проектирования высокоэффективного согласующего преобразовательного оборудования [1].

В современной электротехнике одним из решений, нацеленным на снижение потерь при регулировании электрических параметров, является применение квазирезонансных *DC/DC* преобразователей. Повышение эффективности преобразования параметров электроэнергии достигается за счет мягкой коммутации полупроводниковых силовых ключей; а

ускорение процесса коммутации позволяет повысить частоту переключение транзисторов, что снижает массогабаритные показатели оборудования.

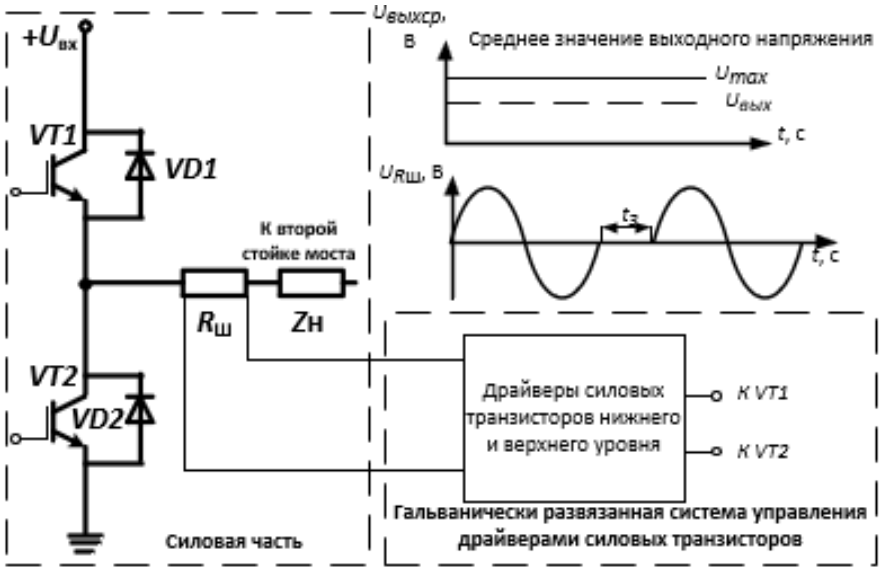


Рис. 1. Функциональная схема системы управления силовыми транзисторами квазирезонансного преобразователя

Для реализации процессов мягкой коммутации необходима обратная связь по мгновенной величине тока, позволяющая детектировать благоприятные моменты для переключения транзисторов. Для выполнения этой задачи может служить измерительный шунт $R_ш$.

Обратные диоды *VD*1, *VD*2 выполняют функцию защиты силовых ключей от перенапряжений. Интегрированная в драйвер система управления реализует алгоритм включения диагональных ключей. Открытый в начальный момент времени транзистор *VT*1, после достижения пороговой величины напряжения на шунте закрывается, после чего аналогичным образом срабатывает транзистор *VT*2. Далее процесс циклически повторяется. Драйверы предназначаются для регулирования средней величины выходного напряжения, за счет изменения времени задержки $t_з$ следования пар полуволн фиксированной частоты. Данный подход к управлению преобразователем значительно отличается от типичного, в котором регулирование выходного напряжения производится при помощи ШИМ. Значительным преимуществом при использовании предложенного способа является эксплуатация трансформатора в наиболее благоприятном режиме, исключающем подмагничивание. Также драйверы обеспечивают более надежное запирание транзисторов.

1. Лобов, А. А. Преобразователи электроэнергии от возобновляемых источников энергии / А. А. Лобов // Электропитание. – 2015. – № 3. – С. 34-39.

УДК 620.92

ПЛОТНИКОВ Д.А.

ВОДОРОДНЫЙ ЭЛЕКТРОЛИЗЕР

МБОУ «Лицей №87 им. Л.И. Новиковой» г. Нижний Новгород

На сегодняшний день одним из самых востребованных вопросов в мире является энергетика. Страны стремятся сократить выбросы парниковых газов и увеличить долю возобновляемых источников энергия.

Водородная энергия с использованием электролиза может быть чистым, безопасным и эффективным источником энергии. В данной работе будет рассмотрена тема водородного электролиза, типы и виды электролизеров, а также изготовлена и протестирована модель водородного электролизера щелочного типа. Электролизер представляет собой некий «сэндвич» из электродов и уплотнителей. Принцип работы электролизера заключается в нескольких этапах: 1) наполнение ячеек водно-щелочным раствором NaOH. 2) подключение электродов к источнику питания. 3) процесс разделения молекулы воды на атомы водорода и кислород. На выходе получается газ Брауна (HHO) с температурой горения 2800С и энергоплотностью немного меньше, чем у обогащенного урана.

В ходе исследования были рассмотрены различные виды электролизеров, отличающихся различными способами получения топлива, строением и кпд. Также, была изучена и частично использована технология Стенли Мейера, который разработал собственную модель элемента питания электролизера, получив высокий кпд при малых затратах на электроэнергию. Перед изготовлением деталей и сборкой модели были смоделированы компоненты электролизера, а именно: пластина из нержавеющей стали, выступающая в роли электрода, резиновые уплотнители, отвечающие за герметичность конструкции и изоляцию электродов между собой, защитные крышки из оргстекла, необходимы для герметичности электролизера, выступают также в роли элементов защиты, предотвращающих попадание грязи и пыли внутрь системы. Моделирование производилось в программном пакете “КОМПАС-3D”. После моделирования на основании 3Д-моделей были спроектированы чертежи деталей для дальнейшего изготовления.

При изготовлении водородного электролизера была проведена работа по сравнению различных материалов для изготовления электродов, подобрана правильная толщина уплотнителей и оптимальное сжатие сборки для увеличения кпд. В конечном итоге получилось скооперировать всю полученную информацию и использовать ее для создания конечной и более качественной и эффективной модели водородного электролизера.

В заключении можно отметить, что водородный электролизер является отличным вариантом альтернативной добычи топлива. Он оптимизирован, так как его можно изготовить как для домашней мастерской, так и для целого предприятия. В ходе эксперимента получилось изготовить полностью работающую модель водородного электролизера и получить экологически чистый газ Брауна (HHO).

Библиографический список

1. «Water Fuel Cell» - Stanley A. Meyer
2. «Электролизеры: теория, нюансы, изготовление» - А.С. Коняев
3. «Электролиз и электролизеры» - А. С. Коняев
4. https://ru.wikipedia.org/wiki
5. https://dplotnikov.tilda.ws
6. «Твердотельное моделирование деталей в CAD-системах: AutoCAD, КОМПАС-3D,SolidWorks, Inventor, Creo» - Большаков В. П., Бочков А. Л., Лячек Ю. Т.

СЕКЦИЯ 3

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Подсекция 3.1

Промышленные технологии в машиностроении

УДК 621.396.67.012.12

АРТЕМЬЕВ И.Д., БАЛАШОВА Д.М., ИЛЛАРИОНОВ И.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ СХЕМОТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ТЕРМОСТАТИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТОРА НА ПАВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время фазированные антенные решетки (ФАР) активно применяются в радиосвязи, радиолокации, радионавигации, радиоастрономии и других направлениях. ФАР могут использоваться как для наземных, так и для корабельных, авиационных и даже космических комплексов. Разработка, производство и эксплуатация все более сложных антенных систем требуют оперативного проведения соответствующих измерений их параметров, причем удельный вес данных измерений становится все более существенным. Существует большое количество реализаций ФАР, их формы, размеры и конструкции определяются как типом используемых излучателей, так и характером их расположения. Сектор сканирования ФАР определяется диаграммой направленности (ДН) её отдельно взятых излучателей. В зависимости от требуемой ДН, применяют также различное взаимное расположение её элементов, а также различные тракты для её формирования.

В функционировании радиосистем особое значение имеют тракты СВЧ, соединяющие антенну с передающей и приемной радиоаппаратурой. Тракт может осуществлять канализацию электромагнитных волн, может содержать коммутационные цепи и устройства управления лучом в пространстве, одним из которых является фазовращатель.

Посредством фазовращателей изменяться фазовое распределение тока в излучателях решетки, тем самым меняется направление основного лепестка ДН при неподвижной решетке [1]. При разработке практических конструкций фазовращателей часто используются принципы и технологии микроэлектроники, что дало возможность вместо волноводных и коаксиальных линий передачи использовать микрополосковые тракты на подложках с высокой диэлектрической проницаемостью. Только применение этих принципов позволило разработать СВЧ фазовращатели и переключатели с малыми габаритами и массой, высокой долговечностью и надежностью [2].

Целью работы является разработка фазированной антенной решетки для частотного диапазона 4-6 ГГц с трактом формирования диаграммы направленности, позволяющим электронным способом управлять направлением основного лепестка диаграммы направленности. В работе предложен принцип работы тракта формирования луча диаграммы направленности при помощи антенной решетки, фазовращателя на два частотных диапазона 4-5 ГГц и 5-6 ГГц и схемы управления сдвигом фазы. Были произведены теоретические расчеты, математическое моделирование и измерения экспериментальных прототипов. Математическое моделирование антенных систем производилось в среде CST Studio.

Расчет производился в среде Microwave Office, обработка результатов измерения диаграммы направленности производились в Matlab Simulink.

Библиографический список

1. Воскресенский, Д.И., Гостюхин В.Л., Максимов В.М., Пономарев Л.И. Устройства СВЧ и антенны; под редакцией Воскресенского Д.И. -М.: Радиотехника, 2006. -375 с.
2. Хижа Г.С., Вендик И.Б., Серебрякова Е.А. СВЧ фазовращатели и переключатели: особенности создания на p-i-n диодах в интегральном исполнении. -М.: Радио и связь. 1984. -184с.

УДК 658.5

АСЮЛЕВА О. Н., БАЕВСКИЙ А. А.

ОЦЕНКА И ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБСЛУЖИВАНИЯ ЖИТЕЛЕЙ МНОГОКВАРТИРНЫХ ДОМОВ УПРАВЛЯЮЩЕЙ КОМПАНИЕЙ ООО «ЭНЕРГОДОМ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оценка качества обслуживания в управляющих компаниях является актуальной темой, поскольку от этого зависит удовлетворенность населения жилищно-коммунальными услугами, что, в свою очередь, влияет на стабильность общества и государства в целом. Эффективная оценка качества обслуживания позволяет выявить проблемы и недостатки в работе управляющих компаний, определить направления для их устранения и улучшения работы системы ЖКХ в целом. Качество услуги – это совокупность показателей или характеристик, которые определяют способность услуги удовлетворять установленные требования потребителя [1].

Для выявления предпочтений и ценностей жильцов был использован QFD-анализ [2] . Цель использования методологии — обнаружение скрытых запасов увеличения качества предоставляемых услуг. Объектом, исследования является управляющая компания ООО «Энергодом». При проведении анализа были исследованы ожидания потребителей, сравнение анализируемой компании с соперником, изучена связь между ожиданиями потребителей и характеристиками услуги, определены взаимосвязи между характеристиками услуги, дана оценка приоритетности значений для каждой характеристики.

По итогам анализа управляющей компании ООО «Энергодом» с использованием метода QFD выявлено, что в первую очередь необходимо улучшить: время разрешения аварийных ситуаций, уровень подготовки персонала и соблюдение регламента выполнения работы персоналом.

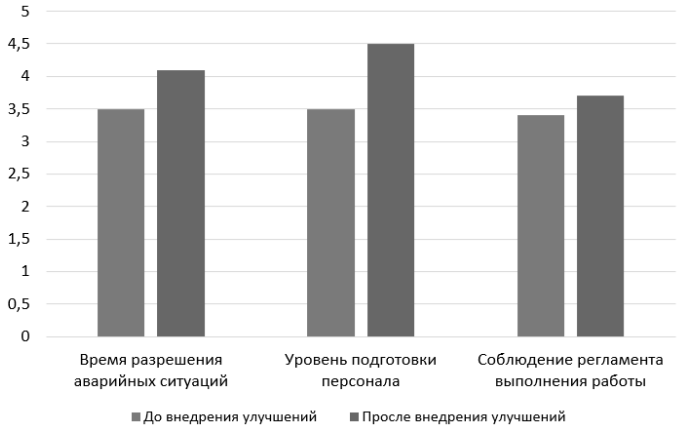


Рис. 1. Результат опроса

Для решения этих проблем можно предпринять следующие меры:

1) ввести обучение и повышение квалификации сотрудников;
2) при повышении уровня квалификации работник обучится правильной работе с регламентами, соответственно должен соблюдать их в своей работе. В дополнение можно проводить регулярные аудиты и проверки соблюдения регламентов;
3) минимизация времени разрешения аварийных ситуаций последует из первых двух пунктов, ведь знание у персонала их задач и четкое соблюдение регламента сделает их работу быстрой.

До и после внедрения всех предложений и рекомендаций по повышению качества предоставления услуг был проведен опрос жильцов домов, в котором они поставили оценку характеристикам предоставляемых услуг по пятибалльной шкале. Результаты опроса приведены в сравнительной гистограмме на рис. 1.

По результатам опроса можно сказать о том, что уровень удовлетворенности жильцов многоквартирных домов управляющей компании ООО «Энергодом» повысился, а значит и повысилось качество предоставляемых услуг.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50646-2012 «Услуги населению. Термины и определения»: дата введения 2014-01-01 – 3 с.
2. Хомутова Е. Г. Современные инструменты менеджмента качества: учебное пособие – М.: Издательство РТУ МИРЭА, 2020 - 69 с.

УДК 621.793

БАШКОВ А.А., АНОСОВ М.С., ИВАНОВ С.В., АКУЛОВА А.А.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ НАНОЛЕГИРОВАНИЯ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ИХ ИЗГОТОВЛЕНИИ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследования показывают, что конструкционные материалы с элементами структуры размером до 100 нм обладают улучшенными прочностными характеристиками по сравнению с обычными материалами [1, 2]. Поэтому металловеды активно ищут методы производства и обработки материалов, которые позволяют получать дисперсно-упрочненные сплавы с уникальными физико-механическими свойствами. Однако часто используемые методы являются «экзотическими» – сложными для реализации в промышленных условиях или дорогостоящими. Тем не менее, на сегодняшний день существует несколько способов получения наноструктурных конструкционных материалов, которые актуальны как для научного сообщества, так и для промышленности.

Особый интерес представляют группы жаропрочных и алюминиевых сплавов. Жаропрочная сталь используется при изготовлении различных деталей, которые контактируют с агрессивными средами, при этом подвергаются значительным нагрузкам, вибрациям и высокому термическому воздействию. Применение алюминиевых сплавов приводит к облегчению различных конструкций в авиа- корабле- и машиностроении. Также следует отметить более высокую теплопроводность алюминиевых сплавов относительно чугунов и различных сталей. Дисперсно-упрочненные сплавы необходимы для авиастроения, космической отрасли, автомобилестроения, производства турбин, электроконтактных материалов. Важная ха-

рактеристика таких металлов – условный предел текучести и прочности, а также относительное удлинение.

Современный уровень развития цифровых и аддитивных технологий способствует внедрению принципиально новых подходов к проектированию конструкций и изделий и их изготовлению с использованием аддитивных технологий. Наиболее применимым в промышленном производстве изделий является электродуговое выращивание методом WAAM, обладающее высокой производительностью, позволяющее получать изделия больших габаритов с управляемыми свойствами по сечениям, в том числе за счет получения градиентной структуры и возможности создания композиционных сплавов.

Для непосредственной подачи легирующих элементов в сварочную ванну, разработано устройство и технология, основанная на принципе электростатического распыления. Основу данного принципа представляет способ электризации частиц в результате перевода порошков в состояние аэрозоля посредством эффекта псевдосжижения, за счет прохождения под высоким давлением защитного газа через легирующую смесь. Основными конструктивными элементами устройства являются: реактор для создания псевдосжиженного слоя, порошковый насос, инжектор, система пневматических шлангов, баллон с защитным газом и сопло с регулируемым углом введения порошка. Для реализации системы автоматического управления предусмотрена возможность внешнего управления режимами работы порошкового насоса и вентилями регулирования давления защитного газа. Для контроля удельного расхода легирующей смеси и её концентрации используются специализированные датчики давления и скорости потока с функцией передачи данных по протоколу Modbus.

С помощью данной установки для наномодифицирования сплавов в процессе аддитивной электродуговой наплавки возможно существенно повысить механические свойства материала заготовок.

Библиографический список

1. Пул Ч., Оуэнс Ф. Нанотехнологии; пер. с англ. – М.: Техносфера, 2004. – 250 с.
2. Старостин В.В. Материалы и методы нанотехнологии: учебное пособие. – М.: Бином, 2008. – 431 с.

УДК 621.316.8:658.5

БОЛОНКИНА И. С., БАЕВСКИЙ А. А.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ РЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕКЛАМАЦИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО НПО «ЭРКОН»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Отрасль радиоэлектроники является одной из ключевых в современном мире, так как она охватывает широкий спектр технологий и устройств, связанных с передачей и обработкой сигналов. Цилиндрические резисторы являются одним из наиболее распространенных элементов в электронике, используемых для ограничения тока или изменения напряжения в электрических цепях. Однако, как и любые другие электронные компоненты, цилиндрические резисторы также подвержены дефектам и неисправностям, которые могут привести к рекламациям со стороны потребителей [1].

НПО "ЭРКОН" является одним из ведущих производителей резисторов, специализирующимся на постоянных непроволочных резисторах для промышленного и специального применения. Сегодня ни одно предприятие без СМК, сертифицированной органами по тех-

ническому регулированию и метрологии Российской Федерации, не сможет уверенно выступать в качестве поставщика услуг.

Система менеджмента качества АО «НПО «ЭРКОН» сертифицирована на соответствие требованиям необходимых ГОСТов в Системе сертификации «Военный Регистр». Сертификат выдан Центральным органом Системы «Военэлектронсерт». Действующая Система Менеджмента Качества построена на соответствии принципам менеджмента качества ГОСТ ISO 9001-2015. В соответствии с требованиями этого ГОСТа организация разработала политику в области качества и цели в области качества, которые ежегодно обновляются. Цель политики в области качества – гарантии потребителям, что выпускаемая предприятием продукция безопасна и надежна и её качество соответствует всем требованиям, установленным в стандартах на изделия [2].

Работа с рекламациями на АО «НПО «ЭРКОН» развивалась постепенно по мере роста и развития рынков продаж, ассортимента продукции и опыта. Зафиксированные рекламации очень важны для каждой компании, однако важно понимать, что отсутствие жалоб не всегда означает полное удовлетворение клиентов. Поэтому важно уметь правильно реагировать на жалобы, чтобы не только разрешить конфликт, но и повысить удовлетворенность клиента, обеспечивая его лояльность к компании. В 2023 году было получено 30 рекламаций от потребителей. Наиболее распространенным недостатком является дефект покрытия. Такое количество рекламаций недопустимо, поэтому для выяснения причины этого дефекта можно воспользоваться диаграммой Парето и Исикавы, из которых видно, что главными причинами дефекта являются оборудование и материалы.

Для предотвращения дефектов покрытия необходимо следовать процедурам чистки и прогревания вентиляционной системы, а также провести процедуры нанесения маркировки и окраски. Для устранения возможности образования игольчатых пузырей и повышения эффективности процесса сушки эмалированного покрытия при выполнении операции "окраска" следует провести реконструкцию ванночек для автоматов трехэтапной покраски.

После проведения мероприятий по улучшению был построен прогностический анализ, на котором видно, что дефекты по причинам оборудования и материала снизились.

Библиографический список

1. Рейтинг организаций радиоэлектронной промышленности России [Электронный ресурс]- URL: https://instel.ru/upload/iblock/0b9/reiting_design_mail.pdf
2. Копанева И.Н. Как измерить удовлетворенность потребителя // Методы менеджмента качества, № 6, 2011 г.

УДК 658.511

ГУДКОВА А.Е., БАЕВСКИЙ А. А.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ АО ПКО «ТЕПЛООБМЕННИК»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Машиностроение – это отрасль промышленности, которая занимается проектированием, изготовлением и эксплуатацией машин и оборудования. Оно играет важную роль в различных сферах жизни, включая производство, транспорт, энергетику и многие другие.

Приоритетное направление деятельности ПКО «Теплообменник» сегодня – разработка и производство специальных многокомпонентных систем жизнеобеспечения, отвечающих за нормальные условия в кабинах экипажа и салонах российских самолетов и вертолетов [1] . Рассмотрены процессы и выявлены наиболее значимые и существенные факторы, влияющих на возникновение несоответствий или брака. Проведён анализ Парето таких процессов. Из анализа следует, что в 80% случаев предприятие несет убытки из-за несоответствий в процессе «закупки» и в процессе «испытательный центр», остальные процессы, в меньшей степени влияют на эффективность работы предприятия.

Далее используется инструмент управления качеством как FMEA-анализ. Проводится анализ всех возможных ошибок системы и определения последствий воздействия на систему с целью классификации всех ошибок по признаку их критичности для работы системы [2].

Для приоритетного числа риска установлена критическая граница (ПЧРгр) 100. Максимальное значение, достигнутое при анализе исследуемого процесса «закупки» - 168 и «испытательный центр» - 112, следовательно, необходимо провести доработку процесса.

Предложены следующие меры по улучшению процесса «закупки».

1.Провести инвентаризацию СИ на складах на предмет наличия их в перечне и действующей поверки.

2.Изъять не числящиеся в перечне СИ.

3. Вывести из эксплуатации СИ с просроченным сроком поверки.

4. При необходимости приобрести новые СИ и включить их в график поверки.

Мероприятие по улучшению для процесса «испытательный центр»: в журнал учёта технического обслуживания внести отсутствующие записи о проведённых ежеквартальных ТО стенда подачи воздуха 02-715.

По результатам повторного FMEA-анализа после внедрения мер по устранению несоответствий видно, что мероприятия положительно повлияли на работу процессов и не один показатель не превысил критическую границу ПЧР.

Библиографический список

1. АО ПКО "ТЕПЛООБМЕННИК" Нижний Новгород: [Электронный ресурс]. URL: https://www.teploobmennik.ru/ (Дата обращения 20.02.2024).
2. СТО 07511614.82.389-2018 Стандарт организации. Система менеджмента качества.

УДК 658.7

ДАНИЛОВА Т.И.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ УПРАВЛЕНИЯ ЗАПАСАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Широко использующиеся в практике управления запасами теоретические формулы позволяют определить такой параметр модели управления запасами как уровень повторного заказа. Его величина является определяющей при формировании складского запаса, так как от него зависит принятая периодичность поставок и объем заказа, а также такой важный показатель как уровень обслуживания клиента.

Однако теоретические формулы не учитывают вариабельность спроса и времени поставок материалов, что приводит к возникновению излишних запасов у предприятий [1, 2]. Исследование сферы управления запасами с использованием имитационной модели является

целесообразным, поскольку имитационная модель позволяет учесть эти факторы и оптимизировать процесс управления запасами. Имитационная модель показана на рис. 1.

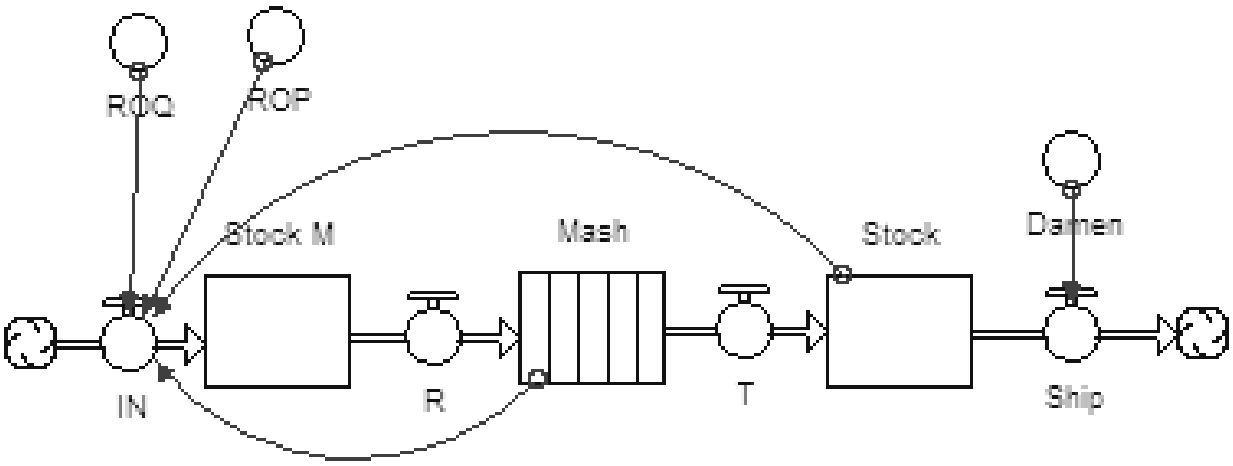


Рис.1. Имитационная модель

Описание модели

1. Спрос на продукцию определяет клиент. На основе этого спроса производится запуск новой партии в производство.

2. Для обеспечения производства необходимыми материалами производится заказ на поставку материалов, размер которого определяется спросом на материалы. Таким образом, основными параметрами поставки материалов являются: спрос на материал, размер партии поставки материала и время поставки.

3. Запасы материалов и продукции (объем запаса) определяются разностью между поступлением и спросом.

4. Работа производственной системы определяется правилами запуска партий в производство, которые зависят от спроса на продукцию и размера партии.

5. Обеспечение производства материалами определяется правилами поставки материалов, которые зависят от спроса на материал, Размера партии и времени поставки.

После построения модели с ней были проведены тесты на определение зависимости уровней сервиса и запасов от фактического времени поставки. Было выявлено, что с увеличением времени пополнения уровень сервиса уменьшается, а уровень запасов увеличивается. Таким образом, модель может показать, какой уровень запаса требуется для поддержания определенного уровня сервиса и наоборот какой уровень сервиса можно обеспечить при определенном уровне запасов.

В целом, моделирование позволяет оценить влияние различных стратегий управления запасами на уровень сервиса и запасов на складе предприятия, то есть является средством, помогающим принимать управленческие решения в данной области.

Библиографический список

1. Hopp, W. J. Supply chain science [Электронный ресурс] / W. J. Hopp. – Электрон. текстовые дан. - [б.и.], 2003.- Режим доступа: http://vietnamsupplychain.com/assets/files/55629f9567bbf50.pdf , свободный

2. Pound, Edward S. Factory physics for managers: how leaders improve performance in a post-lean six sigma world / by Edward S. Pound and Jeffrey H. Bell, Mark L. Spearman. pages cm ISBN-13: 978-0-07-182250-3 (hardback) ISBN-10: 0-07-182250-X 1. Production management. 2. Factory management. I. Bell, Jeffrey H. II. Spearman, Mark L. III. Title. TS155.P59 2014

УДК 621.7

ИВАНОВ С.В., БАШКОВ А.А., АКУЛОВА А.А.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ТРИБОСИСТЕМ ПРИ ОБРАБОТКЕ РЕЗАНИЕМ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ ФРАКТАЛОВ И НЕЛИНЕЙНОЙ ДИНАМИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При резании процессы контактного взаимодействия стружки с инструментом и процесс трения в значительной степени связаны с особенностями характера нагружения режущей части и локализацией пластической деформации в зоне вторичной деформации стружки с передней поверхностью инструмента [1,2].

На устойчивость процесса резания оказывает влияние большое число факторов [2]. Однако динамика и устойчивость трибосистем при внешнем трении и резании изучена недостаточно. С позиций теории самоорганизации система трения – открытая термодинамически неустойчивая самоорганизующаяся система. Одним из методов, позволяющих оценить устойчивость трибосистем, являются также подходы теории фракталов и нелинейной динамики.

В этой связи, предоставляется возможность разработать методику оценки устойчивости процессов резания с применением теории фракталов и нелинейной динамики.

Для исследования эволюции динамики и устойчивости трибосистем, были проведены экспериментальные исследования. В ходе каждого эксперимента синхронно с процессом внешнего трения и резания, регистрировались сигналы виброускорений. Использовались аналого-цифровые преобразователи производства компании National Instruments и персональный компьютер со специально разработанным ПО [3].

Берется временной ряд сигналов ВАЭ, снятый с трибосистемы при внешнем трении и в процессе резания. Однако временной ряд, полученный непосредственно с датчиков, помимо полезной информации несет значительную долю шума. Следовательно, перед использованием этого сигнала необходимо выполнить его очистку от шума. Очистка сигнала ВАЭ от шума осуществлялось с помощью алгоритмов, основанных на вейвлет-преобразовании.

На основе полученных сигналов ВАЭ производилась реконструкция аттракторов динамической системы резания, определялась D_F, фрактальная размерность и λ_i показатели Ляпунова. Дальнейший анализ устойчивости процесса резания, проводился по критериям нелинейной динамики, указанным выше, согласно разработанным ПО, которое эффективно можно изучать по сигналам ВАЭ, определяя по ним D_F, и λ_i с использованием специального программного обеспечения [3].

Анализ полученных данных показывает, что временные зависимости носят немонотонный характер. В частности, имеет место параболический характер зависимостей D_F. Также выяснилось, что показатель Ляпунова и фрактальная размерность процесса трения растет. Это свидетельствует о том, что система трения во времени периодически теряет устойчивость.

Библиографический список

1. Кабалдин Ю.Г, Олейников А.И., Шпилев А.М., Бурков А.А. Математиче-ское моделирование самоорганизующихся процессов в технологических системах резанием, Владивосток. Дальнаука. 2000.-195с.

2. Кабалдин Ю.Г. Самоорганизация и наноструктурные процессы при резании металлов: монография; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. -Нижний Новгород.2014. -173с.

3. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №202366461. Программа для расчета количественных показателей сигнала акустической эмиссии.

УДК 620.17

КАЗАКОВ А.Г., АНОСОВ М.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ УСТАЛОСТНОЙ ПРОЧНОСТИ И ДОЛГОВЕЧНОСТИ МАТЕРИАЛОВ, ПОЛУЧЕННЫХ АДДИТИВНОЙ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКОЙ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В современном мире технологии развиваются с невероятной скоростью, и одной из самых перспективных областей является аддитивное производство. Это связано с большим многообразием разработанных методов аддитивного выращивания изделий, а также значительными экспериментальными наработками в направлении обеспечения качества металлов.

Технологии аддитивного производства в принципе меняют традиционную конструкцию деталей, ориентированную на технологию классического производства, на совершенно новую конструкцию, ориентированную на характеристики получаемых деталей, что можно назвать революцией в современной обрабатывающей промышленности. Материалы становятся основным узким местом в развитии АМ-технологий, а также ключевым и трудным моментом технологического прорыва. Ведь огромное количество изделий в процессе эксплуатации работают в условиях значительных нагрузок, как статических, так ударных и усталостных, а также в широком диапазоне температур эксплуатации. Это в свою очередь требует от материала деталей, полученных аддитивным выращиванием высоких механических характеристик. Одним из наиболее универсальных методов 3D-печати, обладающим высокой производительностью выращивания и позволяющим получить высокие показатели по прочности и пластичности материала, является метод аддитивного электродугового выращивания (WAAM).

Известно, что в процессе получения материалов путем аддитивной электродуговой наплавки за счет разности температур в различных зонах наплавки, неустойчивости процесса, а также при неправильно выбранных режимах печати возникают различные дефекты в материале. К числу таких дефектов относят микропористость, микротрещины, несплавления металла на границе раздела наплавленных слоев, а также неравновесность фазового и химического состава сплава. Они же оказывают существенное влияние на усталостные свойства и долговечность полученных материалов.

Постобработка корректирует структуру и улучшает свойства полученных материалов. Она заключается в улучшении плотности, минимизации микропористости, устранения внутренних и поверхностных дефектов, улучшает чистоту поверхностного слоя и уменьшает анизотропию, а также остаточные напряжения в наплавляемой структуре. Различные методы обработки металлов обладают уникальными характеристиками и, таким образом, подходят для различных одиночных или комбинированных обработок после наплавки. Таким образом, постобработка металлических деталей в аддитивном производстве направлена на повышения их физико-механических характеристик, что способствует повышению устойчивости к различным нагрузкам.

Библиографический список

1. Оценка влияния термического цикла аддитивного электродугового выращивания

на структуру и механические свойства при пониженной температуре стали ER309LSI (СВ-07Х25Н13)/ Аносов М.С., Колчин П.В., Устинов Б.В., Мансуров Р.Ш.// Тенденции развития науки и образования. 2022. № 85-1. С. 85-88. doi: 10.18411/trnio-05-2022-23
2. Дощечкина И. В., Семенчук В. Р. Роль разных способов поверхностной обработки в повышении усталостной прочности изделий // Вестник ХНАДУ. 2018. №82. doi: 10.30977/BUL.2219-5548.2018.82.0.44.

УДК 621.791.927.5

ШАТАГИН Д.А., КЛОЧКОВА Н.С., ДАВЫДОВ А.М., БАШКОВ А.А., ИВАНОВ С.В.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ДЕТАЛИ МЕТОДОМ WAAM С ОТРАБОТКОЙ РАЗЛИЧНЫХ СТРАТЕГИЙ НАПЛАВКИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Аддитивное производство (3D-печать) получает все более широкое распространение в производстве с начала века. Среди существующих методов 3D-печати, технологию электродуговой наплавки проволокой (WAAM) можно выделить как наиболее производительную и, обладающую наибольшей экономической доступностью технологию, что делает её подходящей для изготовления металлических деталей средних и крупных размеров [1]. Однако, на сегодняшний день существуют проблемы, ограничивающие распространение данной технологии, проявляющиеся в виде различных дефектов, влияющих на структуру и геометрию получаемого материала [2]. Устранению данных дефектов может помочь правильный подбор стратегии печати [3].

Как правило, изготовление деталей методом WAAM включает в себя 5 этапов: создание 3D-модели заготовки, написание управляющей программы (УП) для наплавки, непосредственно аддитивный процесс, написание УП для механической обработки полученной заготовки и механическая обработка на станке.

В ходе данного исследования деталь была разбита на два отдельных элемента: основание и уступы. Это обосновывается тем, что разные участки детали требуют различных стратегий обработки, учитывающих особенности геометрии.

В ходе второго и третьего этапов были реализованы две стратегии выращивания основания. Первая стратегия заключалась в наплавке контура с заполнением типа «зигзаг», при котором сначала формируется ограничивающий контур слоя (внешний, а при наличии отверстий и внутренние контуры). Данный метод является самым простым в реализации, однако имеет ряд недостатков: использование большого количества коротких движений, что приводит к временным потерям за счёт необходимости подъёма горелки и повторного разжигания дуги, а также образование на стыке внешнего контура и внутреннего заполнения области потенциальных дефектов и непроплавлений.

Вторая стратегия заключалась в печати контура по эквидистантной стратегии (стратегия вдоль детали). Одним из способов исключить дефектоопасные места является уменьшение угла стыка между наплавляемыми валиками. В идеальном случае каждая линия нового прохода должна быть параллельна соответствующей линии предыдущего прохода. Данный метод позволяет минимизировать количество подъёмов горелки и циклов зажигания и гашения дуги, что сокращает время производства детали и упрощает контроль процесса.

Для наплавки уступов была разработана специальная технология. Так как эти элементы являются тонкостенными, то в этом случае целесообразно было получать требуемый контур за один проход по ширине. Однако существует ряд технологических ограничений, не позволяющих выполнить этот элемент на детали таким образом. Одна из основных причин –

большая ширина уступа, поэтому было принято решение, о необходимости получения данных элементов за два прохода. Кроме того, при нагреве тонкостенных элементов электрической дугой была выявлена проблема с теплоотводом. Существует два способа решить данную проблему: увеличить величину задержки между слоями; добавить дополнительные теплоотводящие элементы. Исходя из этого было принято решение добавить дополнительные технологические элементы, которые будут выполнять роль теплоотвода и стартовой точки дуги, которые будут удалены на этапе механической обработки.

Таким образом, в процессе изготовления данной детали были испытаны различные стратегии 3D-печати металлическими материалами, выбраны наиболее оптимальные для данных условий, в результате чего получена тестовая деталь в соответствии с чертежом.

Данная работа выполнена за счет гранта Российского научного фонда, РНФ № 22-79-10204.

Библиографический список

1. Vazquez, L. Maximising the Deposition Rate of 5356 Aluminium Alloy by CMT-Twin-Based WAAM While Reducing Segregation-Related Problems by Local IR Thermography / L. Vazquez, A. Iturrioz, P. L. de Uralde and P. Alvarez // Metals. – 2023. – №13(11). – P. 1890.
2. Gurmesa, F.D. Literature Review on Thermomechanical Modelling and Analysis of Residual Stress Effects in Wire Arc Additive Manufacturing / F. D. Gurmesa, H. G. Lemu // Metals. –2023. – №13(3). – P. 526.
3. The Uyen, T.M. Trajectory Strategy Effects on the Material Characteristics in the WAAM Technique / T. M. The Uyen, P. S. Minh, V.-T. Nguyen, T. T. Do, V. T. Nguyen, M.-T. Le and V. T. T. Nguyen // Micromachines. – 2023. – №14(4). – P. 827.

УДК 621.793

КЛУОНИС А.С., ПЛОТНИКОВ С.А.

ИСЛЕДОВАНИЕ РЕЖУЩЕГО ТВЕРДОСПЛАВНОГО ИНСТРУМЕНТА С ПОВЕРХНЫМ ПОКРЫТИЕМ

Вятский государственный университет

Современные металлообрабатывающие станки с ЧПУ позволяют работать на высоких скоростях, что требует использования твердосплавного инструмента [1]. На российском рынке в большинстве случаев для производства твердосплавного инструмента используются импортные заготовки, например, на Серпуховском инструментальном заводе до 80 % заготовок приходится на импорт [2]. Среди производителей твердосплавных материалов в России особенно выделяются компании АО «КЗТС» (г. Кировоград) и ООО «Вириал» г. (Санкт-Петербург). Эти компании выпускают практически весь спектр инструментальных материалов на основе вольфрамосодержащих твердых сплавов, безвольфрамовых твердых сплавов, режущей керамики, а также кубического нитрида бора.

Ситуация, представленная на предприятии АО «Лепсе» (г. Киров), где в большинстве случаев при лезвийном методе обработки используется твёрдосплавный инструмент с поверхностным покрытием, после введения ограничительных санкций на приобретение импортных технологий, побудила наладить выпуск ограниченной номенклатуры концевых твердосплавных фрез, являющимися аналогами зарубежных инструментов. В ходе производственных испытаний было выявлено, что период стойкости аналогов уступает оригинальным инструментам.

В связи с этим на основании договора о сотрудничестве между предприятием и университетом были проведены исследования, направленные на изучение физико-механических

свойств инструментов, элементного состава инструментального материала и поверхностного покрытия.

Для определения периода стойкости при обработке конструкционной криогенной стали на фрезерном станке с ЧПУ проводились ресурсные испытания фрез. Для определения элементных составов инструментального материала и поверхностного покрытия использовался метод электронной микроскопии Физико-механические свойства, включая твердость по Виккерсу «тела» и поверхностного покрытия фрез, измерялись с помощью микротвердомера в трех различных точках, после чего результаты усреднялись.

В результате исследований было обнаружено, что:

- элементный состав материалов почти не отличается друг от друга;
- химический состав поверхностного покрытия отечественного аналога отличается в том, что содержит больший процентный состав значимых элементов;
- главным фактором, влияющим на долговечность покрытия, является различие в составах, определяющее твердость рабочих поверхностей.

Библиографический список

1. Клуонис А. С., Сергеев Д. Г., Козлов Е. В. Технология изготовления мелкоразмерных профильных деталей с использованием перемычек // Сб. матер. Всерос. науч.-практ. конф. «Компьютерно-интегрированные технологии в машиностроении: проблемы и перспективы». Ярославль: Ярославский ГТУ, 2022. С. 19 – 21. EDN PFCGUI.
2. Протасьев В. Б., Истоцкий В. В. состояние производства современного металлорежущего инструмента в России // Известия Тульского ГУ. Технические науки. 2013. № 8. С. 223–231. EDN RVTSWH.

УДК 681.3

КРОТИКОВ Д.А, АНОСОВА Е.С, ПОДУВАЛЬЦЕВ А.А.

ПРОГРАММА ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Поиск и определение размеров зёрен на поверхности металла являются существенными задачами в области материаловедения и металлургии. Эти процессы имеют особое значение для контроля качества металлических материалов и обеспечивают получение оптимальных свойств конечного продукта. Использование современных методов и технологий позволяет более точно определять размеры зёрен и контролировать их структуру, что положительно сказывается на эффективности производственных процессов и качестве выпускаемой продукции.

Анализ изображения является мощным инструментом для определения микроструктуры металла. С развитием технологий и появлением новых методов обработки изображений, возможности этого метода становятся все более разнообразными и эффективными. Микроструктура металла играет важную роль в его свойствах и характеристиках. Она определяет механические свойства материала, такие как прочность, твердость, усталостную долговечность и деформируемость. Поэтому точное определение микроструктуры металла имеет большое значение для промышленности, науки и инженерии. Одним из наиболее распространенных методов анализа изображения для определения микроструктуры металла является металлографический анализ. Этот метод позволяет получить изображение металла под микроскопом после его полировки и атаки специальными реактивами. По полученным изображениям можно определить фазовый состав, размеры зерен, распределение включений и

другие параметры микроструктуры. Современные методы анализа изображения позволяют автоматизировать процесс обработки данных и повысить точность результатов. Программы для обработки изображений могут проводить сегментацию изображения, автоматически определять границы фаз, измерять размеры зерен и проводить статистический анализ данных. Применение анализа изображения для определения микроструктуры металла имеет широкие перспективы. Он может быть использован в металлургии, машиностроении, аэрокосмической промышленности, медицине, научных исследованиях и других областях. Точное определение микроструктуры металла позволяет проектировать материал с необходимыми свойствами, контролировать процессы термической обработки, улучшать качество продукции и оптимизировать производственные процессы.

Одним из возможных методов для оценки микроструктуры металла может стать использование фрактальной размерности. Фрактальная размерность в металлографии показывает степень сложности и нерегулярности структуры металлического материала. Данный параметр может быть использован для анализа микроструктуры материала, определения ее особенностей и свойств, а также для исследования процессов формирования и разрушения материалов. Рассчитывая фрактальную размерность, можно получить более детальное представление о структуре материала и его поведении при различных условиях эксплуатации.

В связи с тем, что современные ПО для анализа микроструктуры металла не рассчитывают фрактальную размерность, было решено разработать собственную программу, используя язык программирования Python. В результате получился инструмент, поддерживающий основные функции необходимые для металлографического анализа, а также возможность рассчитать фрактальную размерность.

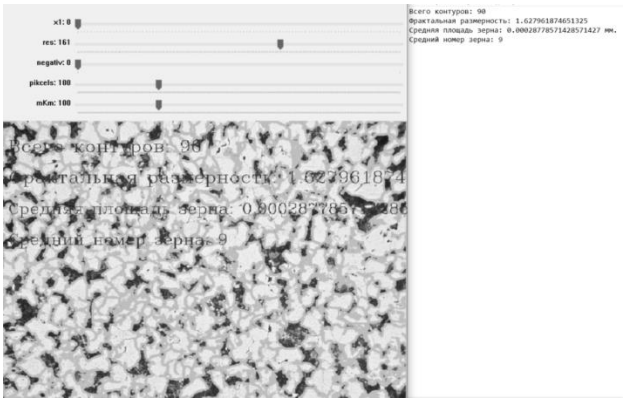


Рис. 1 Программа для экспериментальных исследований микроструктуры металлических материалов

Таким образом, анализ изображения является эффективным инструментом для определения микроструктуры металла. С развитием технологий и методов обработки данных, его возможности становятся все более широкими и точными. Применение этого метода в различных отраслях промышленности и науки позволяет повышать эффективность производственных процессов, улучшать качество продукции и разрабатывать новые материалы с улучшенными свойствами.

Библиографический список

1. Minkowski–Bouligand dimension // Wikipedia URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Minkowski–Bouligand_dimension (дата обращения 15.01.2024)
2. Гусева, Е. А. Материаловедение: учебное пособие / Е. А. Гусева, М. В. Константинова. — Иркутск: ИРНИТУ, 2020. — 250 с.

УДК 658.5

КУЗИНА А. В., БАЕВСКИЙ А.А.

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ НА ПРЕДПРИЯТИИ ГК «ИНСТРУМЕНТ»

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Машиностроение – главная отрасль мировой промышленности, на него приходится около 35% стоимости мировой промышленной продукции. В структуре машиностроительного комплекса выделают свыше 100 подотраслей с различным направлением деятельности и ряд отдельных предприятий узкого профиля.

Россия на мировой арене наиболее известно в военной сфере. Наибольшая доля выпускаемого продукта в этой сфере приходится на транспорт, электрооборудование и производство машин. Однако немаловажными являются подотрасли металлообрабатывающего комплекса и точное машиностроение. Уровень оснащённости производства комплексом технологической оснастки определяет современный технический и организационный уровень машиностроения.

ГК «Инструмент» – это группа компаний, занимающихся комплексными поставками промышленного инструмента и техоснастки, основанный в Нижнем Новгороде. Вклад в развитие сотрудников и технологий, внедрение инноваций и комплексный подход отражается на оптимизации производства, оснащенное современным оборудованием, что говорит о желании предприятия постоянного совершенствования своих процессов.

Система менеджмента качества непосредственно связана с системой взаимодействия подразделений структур организации. Чтобы оставаться конкурентоспособными, организациям необходимо анализировать причины временных затрат, сокращение незначительных действий и улучшение производительности [1].

СМК включает в себя принцип системности, который реализуется в управлении компанией, как системой взаимосвязанных процессов, направленных на достижение заданных целей, а процессный подход позволяет выделить процессы, в наибольшей степени влияющие на достижение целей. При этом идентифицируются и измеряются входы и выходы процессов, внутренние и внешние заказчики, поставщики и другие заинтересованные стороны. Таким образом, выполняемые процессы в рамках жизненного цикла продукции определяют построение организационной структуры предприятия, то есть модель управления [2].

На предприятиях с функциональной моделью управления существуют сильные вертикальные связи и слабые горизонтальные связи: взаимодействие подразделений усложняется временными затратами за счет большого количества прохождения звеньев, тем самым образуя временные трудности.

На предприятии ГК «Инструмент» возникает трудность взаимоработы подразделений НИОКР и отдела производства при обработке извещений об изменении конструкции, технологического процесса, что является основой задержки производства. Выявлены 5 причин трудностей и проанализированы с помощью диаграммы Парето: 80% причин составляют «время обработки извещения об изменении (более 1 месяца)» (62%) и «неправильность составления извещения об изменении» (20%) - для улучшения взаимодействия необходимо начать оптимизацию с данных причин. Применяя FMEA-анализ процесса обработки извещений, выясняется, что последствиями данных причин становятся: остановка работы производства до принятия решения, задержки и затраты времени на переделку извещений.

Предложение по улучшению направлено на сокращение времени при обработке извещения об изменении, за счет сокращение этапов прохождения извещения и увеличение полномочий некоторых ответственных лиц (мастеров и главных конструкторов).

Библиографический список

1. Хазова, Вер.И. Инструменты системы менеджмента качества : учеб. пособие / Вер.И. Хазова, Вик.И. Хазова; – Нижний Новгород : Изд-во НГТУ, 2021. – 120 с.
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»: дата введения 28-09-2015

УДК 006.06

КУЗНЕЦОВА Е.С.

ОСОБЕННОСТИ СТАНДАРТОВ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНИЧЕСКОГО ЗАДАНИЯ К АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ И ПРОГРАММНЫМ СИСТЕМАМ ПОДДЕРЖКИ ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Распространение внедрения автоматизированных информационных систем управления производством позволяет минимизировать производственные ошибки, реализовывать прослеживаемость процессов в производстве, совершенствовать механизмы оперативного управления производством и т.д. Вопросу составления технического задания (ТЗ) к программному обеспечению (ПО) и компонентам автоматизированных систем производства уделено недостаточно внимания. Грамотно составленное ТЗ позволяет снизить вероятность ошибок, не «протянув» их до этапа реализации ПО и допустить внедрения его производственные процессы; именно этим обусловлена значимость и актуальность тематики данной работы. Очень важно разрабатывать ТЗ к ПО базируясь на актуальных стандартах, т.к. это помогает обеспечить успешную разработку ПО. Успешная разработка станет возможной т.к. ТЗ будет принимать единый формализованный вид, что позволит структурировать процесс разработки, позволяет заказчику и разработчику понимать и согласовать цели и задачи проекта, составить план работ, фиксировать функциональные и нефункциональные требования к программному продукту, в том числе оценить имеющиеся ресурсы.

Рассмотрим стандарты и своды правил, в которых описываются ТЗ к автоматизированным системам: ГОСТ 34, ГОСТ 19, IEEE STD 830-1998, ISO/IEC/ IEEE 29148-2018. Выделим особенности и определим возможные виды проектов для их применения ниже

Хорошо зарекомендовавший себя среди специалистов машиностроения, ГОСТ 34.602-2020 «Техническое задание на создание автоматизированной системы» [2] рекомендует структуру ТЗ не просто для создания программного обеспечения, а для *системы*, состоящий из ПО, аппаратного обеспечения, с помощью которого планируется реализация и автоматизируемых процессов. Данный стандарт активно применяется в инициированных государственными заказчиками проектах.

ГОСТ 19-ого семейства «Единая система программной документации (ЕСПД)» — серия стандартов, устанавливающих взаимосвязь правил разработки, оформления и обращения программ (или ПО) и программной документации [4]. Данный стандарт целесообразно применять при разработке именно ПО, его подход отличается от подхода, представленного в стандарте 34-ой серии.

Суть стандарта IEEE STD 830-1998 передана в его описании: основная содержательная часть с характеристиками грамотно разработанной спецификации требований к ПО. Цель данного норматива – установить требования к разрабатываемому ПО, им можно руководствоваться при выборе программных продуктов» [1] Карлом Вигерсом на основе этого стандарта создан адаптированный шаблон, который легко применить при разработке ТЗ промышленными предприятиями [5].

Стандарт IEEE 29148-2018 позволяет исключить разночтения содержания процессов и продуктов, используемых при разработке требований на всём жизненном цикле систем и ПО [3]. Этот стандарт содержит ряд шаблонов спецификаций требований, для нас представляет интерес «System Requirements Specification», который определяет технические требования для выбранной системы с учетом возможностей человека беспроблемно взаимодействовать с данной системой. Здесь же определяются требования к системе на разных уровнях рассмотрения, с учетом предметной области, на основе информации о целях системы, её операционной среде и ограничениях. Шаблон спецификации может включать в себя концептуальные модели, спроектированные для иллюстрации содержания системы, распространенных сценариев использования и основ предметной области. Данный стандарт, по подходу к содержанию ТЗ, аналогичен ГОСТу 34-й серии.

В данной работе рассмотрены основополагающие стандарты и выделены особенности подходов в разработке ТЗ для каждого из них. Ссылки на нормативы и справочную литературу имеют практическую пользу, к ним могут обращаться сотрудники в своей профессиональной деятельности.

Библиографический список

1. IEEE-830-1998. Методика составления спецификаций требований к программному обеспечению.
2. ГОСТ 34.602-2020. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
3. Systems and software engineering. Электронный ресурс. https://www.iso.org/standard/72089.html
4. ГОСТ 19.xxx «Единая система программной документации (ЕСПД)»
5. Wiegers K., Beatty J. Software Requirements (3rd Edition) (Developer Best Practices), Microsoft Press, 2013. 673 p

УДК 626

МАМБВЕ М.М.

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОТЕРИ ДАВЛЕНИЯ ЖИДКОСТИ В ИЗОГНУТЫХ И СПИРАЛЬНЫХ КАНАЛАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В статье представлены наблюдаемые характеристики перепада давления однотрубной модели теплообменного элемента в виде катушки малого радиуса изгиба. В эксперименте катушка имела длину 80 см и рассматривались три варианта шага намотки катушки: 25, 50 и 75 мм.

В изогнутых и спиральных трубах профиль скорости не симметричен относительно оси трубы. Центробежные силы из-за изменения направления потока создают вторичные токи в плоскости поперечного сечения. В результате максимальная скорость находится уже не в центре сечения, как в прямых трубах, а в какой-то точке, промежуточной между центром и стенкой. Искажение профиля скоростей сопровождается большими потерями давления вдоль трубы, чем при том же потоке с симметричным профилем, характерным для прямой трубы [1].

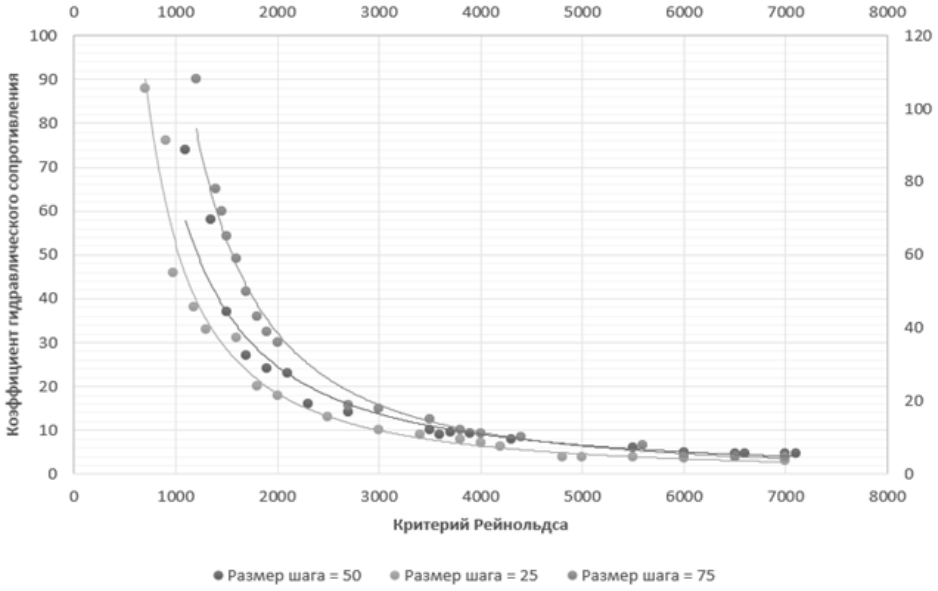


Рис 1. График зависимости коэффициента гидравлического сопротивления от критерия Рейнольдса для 3-х размеров шага (25,50,75мм) [3].

Основная теория потери давления ($\Delta P_{\text{сп}}$) в круговых изогнутых и спиралевидных трубчатых каналах представлена функцией скорости жидкости (V), плотности (ρ) и коэффициента потерь давления ($\zeta_{\text{сп}}$). Коэффициент потерь давления делится как коэффициент потерь на трение из-за трения о стенку ($\zeta_{\text{тр}}$) и коэффициент локального сопротивления ($\zeta_{\text{мест}}$) за счет центробежного изменения сечения пути потока. Потеря давления трения, как правило, значительно больше, чем местная потеря давления сопротивления, так как в эксперименте, проведенном [3], учитывалась малая площадь поперечного сечения спиралевидных каналов труб. Ниже приведена форма представления потери давления по формуле Дарси-Вайсбаха.

$$\Delta P_{\text{сп}} = \zeta_{\text{сп}} \frac{\rho V^2}{2} \; (\zeta_{\text{сп}}=\zeta_{\text{тр}}+\zeta_{\text{мест}}).$$

Было замечено, что потеря давления в переходном сечении касательной ниже по потоку была больше в катушке с шагом 25 мм, за ней следует катушка с шагом 50 мм и, наконец, с шагом 75 мм. В заключение следует отметить, что эта характеристика была соблюдена потому, что чем больше делительное число, тем больше катушка стремится к эквивалентной длине прямой трубы того же диаметра, в которой преобладает полностью развитое распределение скоростей, будь то ламинарное или турбулентное. Эта избыточная потеря давления, возникающая на переходном участке касательной, расположенной ниже по потоку, обусловлена перенастройкой распределения скоростей, которая здесь имеет место [2]. Таким образом, изогнутая или спиральная труба всегда оказывает большее сопротивление потоку жидкости, чем та же труба, если бы она была прямой, и, следовательно, обеспечивает большую теплопередачу в случае теплообменного элемента. Это было видно в эксперименте, проведенном авторами [3], где для исследования гидравлических характеристик использовалась однотрубная модель теплообменного элемента в виде катушки малого радиуса изгиба.

Библиографический список

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И. Е. Идельчик; под ред. М. О. Штейнберга. - 3-е изд., перераб. и доп. - Москва: Машиностроение, 1992. – 671 с.

2. Г.Х. Кеулеган, К.Х. Бейдж. Потери давления при потоке жидкости в изогнутых трубах // Журнал исследований Национального бюро стандартов США, том 18, 1937. С. 89-114.
3. В.В. Андреев, А.М. Самойлов, Н.П. Тарасова, Е.Г. Дегтерев, М.М. Мамбве. Исследование гидравлической характеристики змеевика малого радиуса гиба // Научно-технический вестник Поволжья. - 2024. - №2. - С. 39-42.

УДК 621.791

МЕЛЬНИЧЕНКО О.П., КАРПУХИН А.А.

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ РОБОТИЗИРОВАННЫХ СВАРОЧНЫХ КОМПЛЕКСОВ ДЛЯ СВАРКИ КАПСУЛ ДЛЯ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) — это процесс, позволяющий получать изделия из порошковых материалов с хорошими эксплуатационными свойствами. Процесс заключается в обработке изделий высоким газовым давлением при повышенных температурах. Данный процесс позволяет получать плотные, беспористые изделия сложной геометрической формы.

Основным элементом, используемым при ГИП для формирования порошковой смеси, является деформируемый формообразующий инструмент, т.е. капсула, являющаяся одноразовым изделием, поэтому изготавливать её рационально из недорого материала [1].

В мировой практике в качестве такого материала используются низкоуглеродистые стали [1].

В настоящее время одной из основных проблем изготовления капсул является высокая трудоёмкость ручных операций. Применение автоматических роботизированных способов сварки позволяет значительно повысить качество сварных соединений, их повторяемость и снизить трудоёмкость изготовления [2].

Следует отметить, что применение роботизированных сварочных комплексов накладывает более серьёзные требования по точности сборки собираемых элементов и их геометрии по сравнению с ручной сваркой. Поэтому на этапе автоматизации сварочных процессов необходимо уделить особое внимание заготовительным и сборочным операциям.

При выполнении работ были подобраны такие режимы сварки, которые обеспечили получение оптимальной микроструктуры сварных соединений с формированием плотных швов с отсутствием недопустимых дефектов.

Оптимальные погонные энергии при автоматической роботизированной сварке стыковых и угловых сварных швов из стали 20 составили 358 кДж/мм и 364 кДж/мм соответственно, что значительно ниже погонной энергии при ручной TIG сварке (520 кДж/мм).

При контроле сварных соединений методом гелиевого течеискания дефектов в сварных соединениях не выявлено.

Библиографический список

1. Агеев С.В., Гиршов В.Л., Горячее изостатическое прессование металлических порошков//Металлобработка – 2015, №4. С.56 – 60.
2. P.L. Zhilin, D.O. Rudenko, O.P. Melnichenko, N.S. Uglov and E.O. Bazhenov. Constructional features and energetic parameters influence on structure formation and sealed welded

joints properties in the production of capsules for hot isostatic pressing. Key Engineering Materials. ISSN: 1662-9795, Vol. 910, pp 499-506, doi:10.4028/p-kc8147.

УДК 620.18

МИХАЙЛОВ А.М., АНОСОВ М.С.

УПРАВЛЕНИЕ СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЕМ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ПО ТЕХНОЛОГИИ WAAM

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

С ростом технического прогресса неизбежно появляются новые технологии. Так, 3D-печать достаточно молодая технология, которая у всех на слуху сегодня. Один из набирающих популярность методов 3D-печати – WAAM (послойное выращивание электродуговой наплавкой). Поскольку речь идет о многократном плавлении и застывании материала, особенно остро встает вопрос изучения структурообразования и поиск возможностей управления им. Это необходимо для изучения и прогнозирования механических свойств получаемого материала, что позволит ускорить внедрение технологии на производства.

Для решения поставленной задачи проводились исследования влияния различных факторов на процесс структурообразования в процессе проведения электродуговой наплавки.

Основным параметром микроструктуры, получаемого материала, на который возможно оказывать влияние – это размер зерна. Этот показатель напрямую влияет на микротвердость и зависит от погонной энергии, на которой проводилась наплавка. На рис. 1 приведена зависимость микротвердости от погонной энергии на примере стали 08ХМФА.

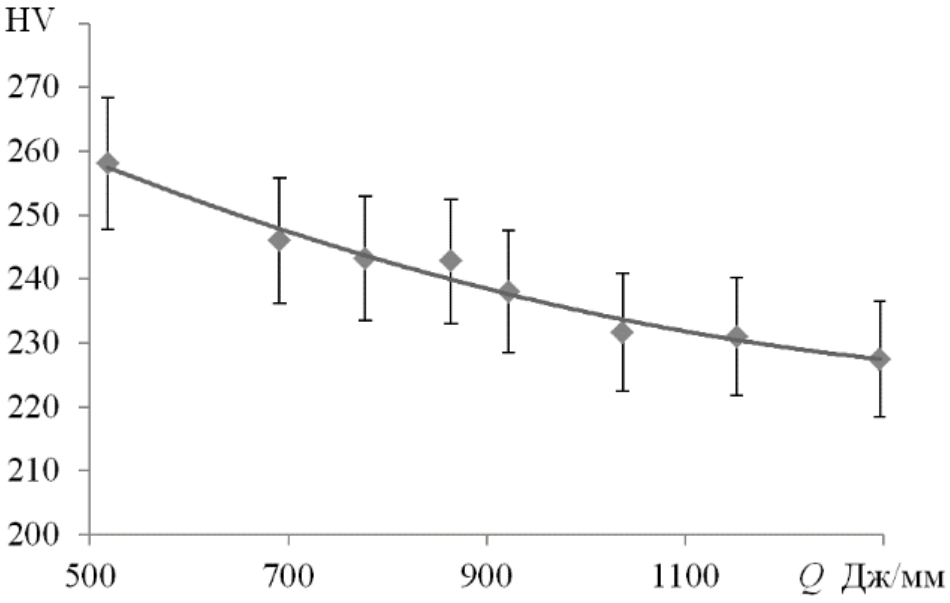


Рис. 1. Зависимость микротвердости сплава 08ХМФА в зависимости от значений погонной энергии процесса наплавки

Анализируя данный график, можно сделать вывод: при увеличении значений погонной энергии процесса наблюдается монотонное снижение усредненных значений микротвердости по высоте выращенной заготовки.

Следующим фактором, влияющим на структурообразование, является температура предыдущего слоя. Его влияние менее значительно в сравнении с погонной энергией. Ре-

зультаты проведения испытаний с различной температурой предыдущего слоя приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Результаты исследования**

Мат-ал	Режим печати		Средняя площадь сечения стенки, мм^2	Среднее значение углерода в сплаве, С, %	Диапазон значения микротвердости, HV
	Погонная энергия процесса наплавки, Q, Дж/мм	Температура Предыдущего слоя, Тц, °С			
08ХМФА	518	<50	15	0,08	269…273
	920		18	0,071	242…249
	1150		25	0,068	236…246
	518	150 … 200	15	0,08	254…262
	920		17	0,074	235…240
	1150		23	0,066	230…235
	518	850 …900	16	0,07	252…266
	920		19	0,072	229…236
	1150		24	0,06	222….232

Исходя из данных таблицы, температура предыдущего слоя незначительно влияет на получаемую в процессе наплавки структуру. Но если дожидаться полного остывания предыдущего слоя, то производительности 3D-печати существенно снижается.

Таким образом, для управления процессом структура образования необходимо использовать соответствующие режимы проведения наплавки, а они могут существенно отличаться от металла к металлу. Поэтому для продвижения технологии WAAM необходимо дальнейшее изучение различных сплавов и разработка программных комплексов для ускорения проведения исследований.

Библиографический список

1. Диагностика структуры новых материалов и прогнозирование их механических свойств на основе подходов нелинейной динамики, фрактального анализа и нейронно-сетевого моделирования / Ю. Г. Кабалдин, А. А. Башков, Д. В. Кротиков [и др.] // Мехатроника, автоматика и робототехника. – 2024. – № 13. – С. 190-196. – DOI 10.26160/2541-8637-2024-13-190-196. – EDN EUMEJH.
2. Михайлов, А. М. Исследование структурообразования сплавов, полученных методом аддитивной электродуговой наплавки для обеспечения усталостных свойств изделия / А. М. Михайлов, М. С. Аносов // XXVIII Нижегородская сессия молодых ученых (гуманитарные, технические, естественные науки) : Статьи и тезисы молодых ученых, Нижний Новгород, 05–08 декабря 2023 года. – Нижний Новгород: Издательство "Перо", 2023. – С. 217-222. – EDN UKGWZW.

УДК 669.1

МОРДОВИНА Ю.С., ЧЕРНИГИН М.А.

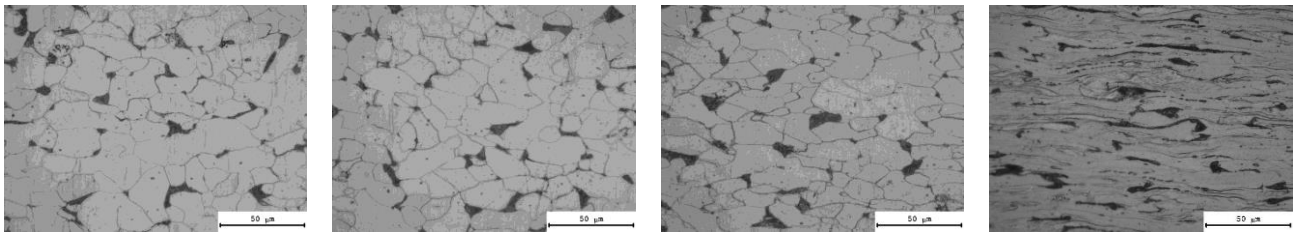
ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРА ФРАКТАЛЬНОЙ РАЗМЕРНОСТИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ХОЛОДНОЙ ПЛАСТИЧЕСКОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

При холодной пластической деформации (ХПД) в металле возникает явление наклепа, которое также сопровождается изменением микроструктуры. Эти изменения можно оценить с помощью фрактальной размерности.

Фрактальная размерность – D_f – это некоторое число, которое характеризует степень раздробленности фракталов и их предельные свойства [1]. Предполагается, что объекты, имеющие одинаковую или близкую фрактальную размерность, обладают и сходными свойствами [2]. Т.е. микроструктуры, отличающиеся по каким-либо признакам, должны иметь иное количественное выражение. И в данном случае речь идет не о стандартных характеристиках микроструктуры (размер зерна, степень неравноосности), а о параметрах, которые могут быть оценены с помощью прогрессивных методов.

В этой работе рассматривались микроструктуры стали 08ЮА после разных степеней деформации при прокатке (рисунок 1). Фрактальная размерность полученных микроструктур оценивалась с помощью специальной программы (Свидетельство No 2022666922 «Программа для оценки показателей микроструктуры и структурной поврежденности материалов»). В результате были получены данные, представленные в табл. 1.



а) б) в) г)

Рис. 1 Микроструктуры образцов стали 08ЮА при ×500: а) 0 % деформации; б) 10 % деформации; в) 30 % деформации; г) 70 % деформации

***Таблица 1*. Фрактальная размерность микроструктуры в зависимости от степени деформации**

Степень ХПД, %	**0**	**10**	**30**	**70**
Фрактальная размерность, D_f	1,8524	1,8519	1,8495	1,8379

Таким образом, при пластической деформации низкоуглеродистой стали 08ЮА отмечается линейное снижение фрактальной размерности. Однако максимальное снижение данного параметра не превышает 1 %. Точно такое же значение отмечается для характеристики плотности материала: плотность материала при ХПД снижается не более чем на 1 %. Поэтому в перспективе можно провести ряд работ, которые бы связывали фрактальную размерность, микроструктуру и плотность.

Библиографический список

1. Никулин, Е. А. Компьютерная графика. Фракталы : учебное пособие для вузов / Е. А. Никулин. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 100 с.
2. Введение в нанотехнологию : учебник / В. И. Марголин, В. А. Жабрев, Г. Н. Лукьянов, В. А. Тупик. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 464 с.

УДК 658.5

НОВИКОВА Е. АЛ., БАЕВСКИЙ А. А.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПРОДУКЦИИ НА ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Система менеджмента качества (СМК) в оборонно-промышленном комплексе (ОПК) России является сложной и многогранной системой, играя ключевую роль в экономике, требует постоянного улучшения и совершенствования. В то же время, особенности СМК в ОПК

обусловлены спецификой данной отрасли и требуют особого подхода и внимания со стороны менеджмента [1].

Основная проблема предприятий ОПК - обеспечение выполнения требований заказчиков в части качества продукции. Отказываться от заказов или получать штрафы за недостаточное качество продукции не выгодно ни для предприятия, ни для самой отрасли в целом.

Изучить процесс производства и проанализировать брак выпускаемой продукции можно с помощью статистических методов в управлении качеством [2]. На одном из предприятий в результате анализа дефектности военно-промышленной продукции с помощью диаграммы Парето было выявлено, что наиболее часто встречающимися дефектами являются несоответствие геометрических параметров, дефекты сварки и повреждения (рис.1).

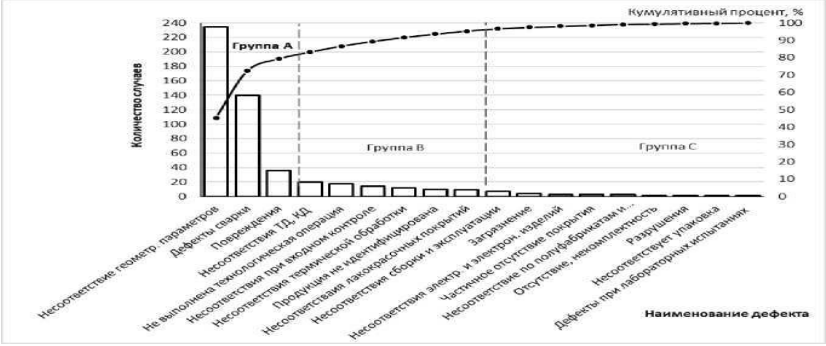


Рис.1. Диаграмма Парето для дефектов военно-промышленной продукции

Для устранения выявленных несоответствий были предложены следующие корректирующие мероприятия.

1. Проведение дополнительного контроля и испытаний продукции на этапах производства.
2. Обучение персонала, ответственного за сварочные работы, по улучшению качества сварки и предотвращению дефектов.
3. Внедрение дополнительных методов контроля и усиление мер предотвращения повреждений продукции на всех этапах производства - операционный контроль.
4. Анализ причин возникновения дефектов и разработка мероприятий по их предотвращению в будущем.

Эти меры помогут улучшить качество военно-промышленной продукции и снизить количество выявленных дефектов.

Таким образом, повышение качества продукции на военно-промышленных предприятиях является многогранным процессом, требующим комплексного подхода и постоянного контроля. Внедрение современных технологий, системы менеджмента качества, а также обучение персонала позволяют обеспечить высокий уровень качества продукции и повысить конкурентоспособность предприятия на рынке.

Библиографический список

1. Бойцов Б.В. Стандартизация и унификация оборонной продукции : учебное пособие / Б. В. Бойцов, В. И. Гончаренко, С. А. Дмитриев, Н. П. Мищенко. - 2-е изд. - Москва : АСМС, 2016. - 184 с.
2. Хазова, Вер.И. Инструменты системы менеджмента качества : учеб. пособие / Вер.И. Хазова, Вик.И. Хазова; - Нижний Новгород : Изд-во НГТУ, 2021. - 120 с.

УДК 621.791

ПЬЯНЗИН А.М.

СТРАТЕГИИ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПЕЧАТИ WAAM ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МЕТАЛЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе печати металлических изделий особое значение имеют параметры, такие как температура, скорость подачи материала и охлаждения, которые определяют конечные механические свойства и структурное состояние материала. Оптимизация этих параметров позволяет значительно улучшить усталостные характеристики металлов, что является критически важным для обеспечения долговечности и надежности конструкций в различных отраслях промышленности.

При наплавке металлов одной из основных проблем является формирование пор и других дефектов, таких как непровары и трещины, которые негативно влияют на усталостные свойства материала. Эти дефекты могут возникать из-за неоптимальных параметров подачи материала или неправильного режима охлаждения. Оптимизация этих параметров требует детального изучения взаимосвязей между условиями наплавки и формируемой микроструктурой, что позволяет разрабатывать методики сокращения дефектности и повышения однородности структуры сплава.

Определение оптимальных режимов наплавки требует комплексного подхода, включающего анализ теплового воздействия на материал и скорость его кристаллизации. Например, увеличение скорости охлаждения может способствовать формированию более мелкозернистой структуры, что улучшает усталостные свойства за счет уменьшения концентрации напряжений на границах зерен. Однако излишне высокая скорость охлаждения может привести к образованию трещин из-за термических напряжений [1,2].

Кроме того, изучение влияния химического состава наплавленного материала и его взаимодействия с базовым металлом также играет важную роль в оптимизации процессов наплавки. Подбор сплава с оптимальным соотношением элементов, обеспечивающим желаемые свойства наплавленного слоя, позволяет увеличить сопротивляемость металла циклическим нагрузкам и повысить его усталостную долговечность.

Результаты исследований, направленные на анализ параметров наплавки и их влияния на усталостные характеристики металлов, позволяют разработать рекомендации по оптимизации процесса наплавки. Такие рекомендации могут включать подробные указания по выбору режимов наплавки, исключающих формирование пористости и других дефектов, а также методы контроля качества наплавленных изделий на всех этапах производства. Это имеет важное практическое значение для повышения надежности и долговечности конструкционных элементов, эксплуатируемых в условиях высоких циклических нагрузок.

Библиографический список

1. Ерофеев, В. А. Формирование структуры и механических свойств металла шва при многопроходной сварке и наплавке / В. А. Ерофеев, А. В. Анцев, О. И. Зайцев // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2022. – № 12. – С. 705-711. – DOI 10.24412/2071-6168-2022-12-705-711.

2. Карташев М. Ф. Исследование влияния термообработки на микроструктуру и механические свойства образцов из алюминиевого магнийсодержащего сплава 1580, полученных способом многослойной наплавки / М. Ф. Карташев, А. Н. Юрченко, Р. Д. Гре-

бенкин [и др.] // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. – 2020. – Т. 18, № 2. – С. 38-46.

УДК 658.5

РОГОВИК А.А.

УВЕЛИЧЕНИЕ СЕРИЙНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ВАЛОВ ПРИ ПОМОЩИ ПРАВИЛЬНОГО ГРУППИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задача по увеличению производительности не теряет своей актуальности в наши дни. Производительность мелкосерийного и единичного производства можно повысить путем увеличения серийности данных типов производства.

Серийность можно увеличить путем объединения, то есть группирования, деталей различных, но одинаковых по каким либо признакам, в группы, то есть серии. После группирования некоторые операции, на которые влияет общий признак, будут выполняться совместно для всей серии. Группирование приведет к повышению производительности за счет того что с увеличением серийности появляется возможность использовать специальное высокотехнологичное оборудование, такое как станки ЧПУ в единичном производстве, оснастки, так же значительно сократиться время на переналадки на новые детали, повышается специализация производства.

Но для того что бы добиться желаемого эффекта, необходимо подобрать оптимальную группировку. То есть такую, которая будет содержать в себе не слишком много групп, так как это вызовет ненужное увеличение числа технологических процессов (ТП) и оснастки, кроме того будет проблематично собрать большую группу. Слишком же малое число групп может помешать применять типовые ТП, технологическую оснастку и высокотехнологичное оборудование.

На этапе сбора информации из ранее опубликованных работ было принято решение модифицировать один из уже имеющихся классификаторов, основываясь на данные полученные с нескольких производств.

В конечном итоге получилось 10 групп, которые перечислены далее в порядке группировки: характеристика массы; диаметр заготовки; жесткость вала; конструкция вала; самый точный квалитет на валу; степень точности; применяемый материал; вид дополнительной обработки; шероховатость; классификация по модулю поверхностей.

Таким образом, единичное и мелкосерийное производство имеет более низкую производительность, чем массовое и серийное. Но эту разницу можно сократить, если объединять различные детали в серии, и малые серии в более крупные по общему признаку, который оказывает влияние на какую то конкретную операцию.

Библиографический список

1. Базров Б.М. Основы построения технологического процесса изготовления детали // Справочник. Инженерный журнал. 2006. №12

2. Кошелев О.С. К вопросу о группировании деталей с точки зрения общности заготовки для их получения // Заготовительные производства в машиностроении. 2012. №9. С 45-46.

3. Солнышкин, Н.П. Технологические процессы в машиностроении: учеб. пособие / Н.П. Солнышкин, А.Б. Чижевский, С.И. Дмитриев. – СПб.: Изд-во СПбГТУ, 2000 – 344 с.

УДК 621.38.049.77:621.791-181.48

САУТКИНА Е.А., БАЕВСКИЙ А.А.

АНАЛИЗ ВЫХОДНОГО КОНТРОЛЯ НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ЭКО-ТЕХ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире набирают популярность установки микросварки, которые упрощают труд человека и помогают развивать новые технологии. На данный момент разработаны полуавтоматические многофункциональные установки для микросварки с использованием ультразвуковых и термозвуковых систем. Эти системы позволяют присоединять золотые и алюминиевые проводники диаметром от 20 до 200 мкм, что делает их идеальными для мелкосерийного производства.

ООО «Эко-Тех Микроэлектроника» занимается производством сборочного оборудования для микроэлектроники: посадки кристаллов, кассетирования, заливки компаундом бескорпусных микросхем.

В ООО «Эко-Тех Микроэлектроника» регулярно проводится анализ системы менеджмента качества (СМК) со стороны руководства в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ Р ИСО 9001-2015 (ISO 9001:2015). В Компании с 2003 года внедрена и функционирует СМК, которая сертифицирована в национальной системе сертификации ГОСТ Р и в международной системе сертификации TÜV AUSTRIA. Компания сертифицирована на основании стандартов ISO. Функционирование СМК компании подтверждается один раз в три года, ежегодно проводится инспекционный контроль соответствия систем менеджмента требованиям стандартов ИСО органом по сертификации.

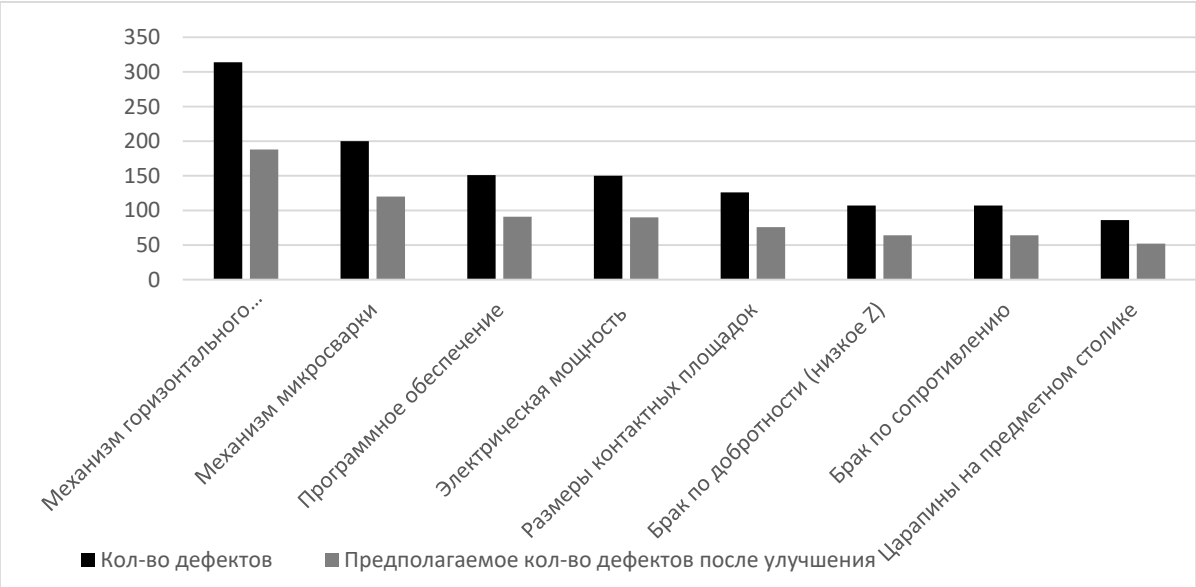


Рис. 1. Диаграмма Парето по видам дефектов

На выходном контроле в 2023 году было 10,12 % брака, при поставленной цели 9,5 %. Наиболее распространенными недостатки представлены на графике (рисунок 1). Такое количество не соответствует цели, поэтому для выяснения причины воспользуемся диаграммой Парето. Из неё видно, что главный дефект – «Механизм горизонтального перемещения по осям X.Y», наиболее часто образуется в установках УМС-20ШК.

Для достижения поставленной Цели в области качества (9,5% брака) необходимо существенное изменение технологического процесса. Для усовершенствования имеющихся тех-

нологических процессов, улучшения эффективности выполнения контрольных операций, повышения производственных мощностей можно осуществить закупку и запуск нового оборудования – линий автоматизированной сборки узлов на серийном производстве. Также для увеличения выхода годной продукции необходимо осуществление операции ориентации при сборке модулей с использованием микроскопа.

После проведения мероприятий по улучшению представим диаграмму Парето на рис. 1, на которой видно, что дефекты на 40 % снизились.

Библиографический список

1. Хазова, Вер.И. Инструменты системы менеджмента качества : учеб. пособие / Вер.И. Хазова, Вик.И. Хазова; – Нижний Новгород : Изд-во НГТУ, 2021. – 120 с.
2. Технологии в электронной промышленности URL: https://tech-e.ru/wp-content/uploads/2010_07_54.pdf?ysclid=luqv8mkcai231278277 (Дата обращения 07.04.2024).
3. ООО «ЭКО-ТЕХ МИКРОЭЛЕКТРОНИКА» [Электронный ресурс]. URL: https://micro-bond.com/?ysclid=lupo7wm2hp126685097 (Дата обращения 07.04.2024).
4. Ультразвуковое оборудование для сварки микропроводников. [Электронный ресурс]. URL: https://kit-e.ru/wp-content/uploads/2009_08_124.pdf?ysclid=ltxco1b8jy200466432 (Дата обращения 07.04.2024).

УДК 621.316.8:658.5

СВЕТЛАКОВА Е. Ю., БАЕВСКИЙ А. А.

УЛУЧШЕНИЕ КАЧЕСТВА ЧИП-РЕЗИСТОРОВ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РЕКЛАМАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Радиоэлектронная промышленность – ключевой сектор с высоким потенциалом. Она обеспечивает основу информационных технологий и важна для многих отраслей. Доля радиоэлектроники в производстве высокотехнологичных продуктов значительна [1].

Было рассмотрено предприятие АО «НПО «ЭРКОН». Это ведущий российский производитель резисторов с богатой историей успешной работы на рынке радиоэлектронных компонентов.

Производство чип-резисторов, в силу своей направленности, довольно консервативны в организационно-технологических вопросах в части системы обеспечения качества продукции. Сегодня ни одно предприятие без СМК, сертифицированной органами по техническому регулированию и метрологии Российской Федерации, не сможет уверенно выступать в качестве поставщика услуг. Система менеджмента качества АО «НПО «ЭРКОН» сертифицирована на соответствие требованиям необходимых ГОСТов в Системе сертификации «Военный Регистр». Сертификат выдан Центральным органом Системы «Военэлектронсерт» [2].

Был проведен анализ производственного процесса изготовления чип-резисторов и количество рекламаций. Анализ рекламаций важен для влияния на функционирование бизнеса и выявление проблем. Отсутствие жалоб не всегда означает удовлетворенность клиентов. Отсутствие рекламаций не гарантирует удовлетворенности клиентов. Фиксация и компетентная реакция на рекламации важны для повышения уровня удовлетворенности клиентов и их лояльности к компании. Всего за 2023 год на предприятии АО «НПО «ЭРКОН» поступило 28 рекламаций от потребителей. Такое количество рекламаций недопустимо, поэтому были приведены диаграмма Исикавы, представленная на рис. 1.

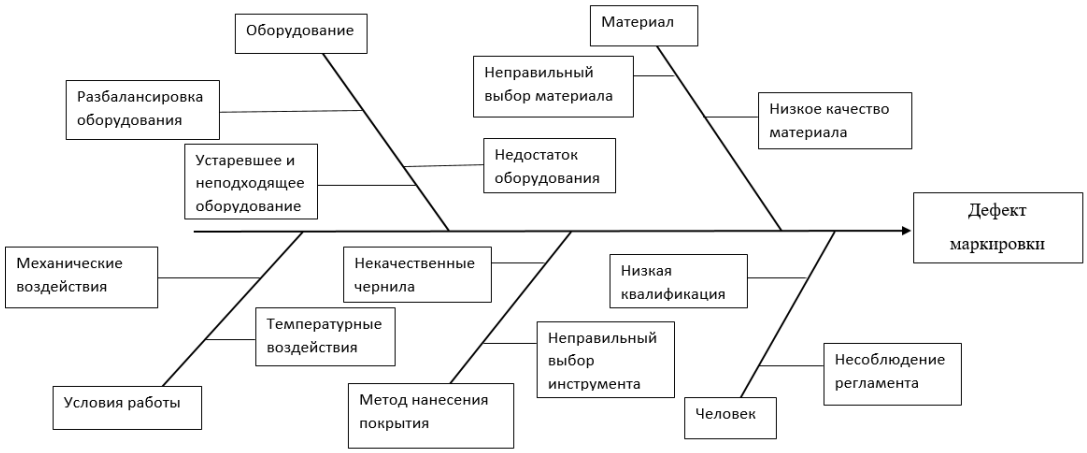


Рис. 1. Диаграмма Исикавы

Процесс проведения анализов по выявлению дефектов и их причин требуется решить, какие меры необходимо принять для того, чтобы устранить причины дефекта маркировки и предотвратить или хотя бы уменьшить появление брака на производстве.

Так как основной причиной дефектов является оборудование, представляю меры по их устранению:

1) использовать автоматизированные системы тестирования и контроля, которые позволяют значительно повысить качество, обеспечивая быструю проверку маркировки;
2) проведение плановых осмотров оборудования, ведение маршрутных листов;
3) проводить повышение квалификации рабочих.

После проведения мероприятий по улучшению была построена сравнительная диаграмма Парето, исходя из которой можно сделать вывод, что дефекты по причине оборудования снизились.

Библиографический список

1. Особенности развития радиоэлектроники в России / Электронный ресурс: https://otherreferats.allbest.ru/radio/01371000_0.html
2. ГОСТ Р ИСО 9001-2015 «Системы менеджмента качества. Требования»: дата введения 28-09-2015

УДК 0/9(063)

СОЛОНИЦИНА Е. А., КОЛОБАЕВА А. В.

ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ПЕЧАТЬ ШЕСТЕРНИ НА 3D-ПРИНТЕРЕ ФОТОПОЛИМЕРНЫМ МЕТОДОМ

Выксунский филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования Национальный исследовательский технологический университет "МИСИС"

3D-сканер представляет собой специальное устройство, которое анализирует физический объект, чтобы получить данные о форме предмета. Собранные данные в дальнейшем применяются для создания цифровой трехмерной модели этого объекта. В настоящее время 3D-сканеры применяются для решения различных прикладных задач, таких как контроль формы, распознавание, визуализация, анимация, и используются в различных областях промыш-

ленности, медицины, образовании, научных исследований. В последнее время возникла проблема поставок импортных деталей из других стран. Для этого необходима высокая геометрическая точность, возможность автоматизации, гибкость, низкая стоимость сканирования.

В исследовательской части рассмотрены реверс-инжиниринг и методы 3D-сканирования, применяемые в ВФ НИТУ «МИСИС».

Бесконтактный 3D-сканер оказывает излучение или отражения светового потока (при помощи ультразвука и рентгеновских лучей), посредством которого предмет сканируется, т.е. подвергается цифровому исследованию.

Контактный 3D-сканер производит сканирование или контроль геометрических размеров посредством подвода измерительного щупа к измеряемому объекту, регистрируя малейшие касания. Процесс такого сканирования самый медленный и самый точный.

В экспериментальной части выполнено сканирование шестерни при помощи ручного 3D-сканера Shining 3D Einstar. А также постобработка твердотельной модели в Shining 3D, печать шестерни на принтере Elegoo Saturn 2 8K методом SLA и дополнительная обработка данной детали.

Библиографический список

1. Гужов В.И. Методы измерения 3D-профиля объектов. Контактные, триангуляционные системы и методы структурированного освещения: учеб. пособие / В.И. Гужов. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2015. – 82 с. ISBN 978-5-7782-2727-9
2. Кугаевский, Сергей Семёнович. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении : учебно-методическое пособие / С.С. Кугаевский ; М-во науки и высшего образования РФ.— Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2023.— 98 с.

УДК 67.02

ФУРМАН В.О., ПЬЯНЗИН А.М.

АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК ИНСТРУМЕНТ ЭВОЛЮЦИИ ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

История аддитивных технологий, также известных как 3D-печать, насчитывает несколько десятилетий и представляет собой увлекательный путь инноваций и технологического прогресса. Появление аддитивного производства в 1980-х годах ознаменовало собой новую эру в производственных процессах, предложив беспрецедентные возможности по созданию трехмерных объектов слой за слоем на основе цифровых моделей.

Изначально задуманная как решение для быстрого создания прототипов, аддитивная технология быстро вышла за рамки своего скромного начала и стала применяться в самых разных отраслях. От аэрокосмической и автомобильной промышленности, до здравоохранения и производства потребительских товаров. В автомобильной промышленности такие крупные игроки, как Ford, Volvo, BMW и Mercedes-Benz, используют возможности 3D-печати для ускорения создания прототипов, производства экспериментальных деталей и создания приспособлений для производства [1]. Этот инновационный подход набирает обороты и в России, где компании используют 3D-печать для производства различных автомобильных компонентов, от пластиковых крышек до крепежных элементов и элементов управления, удовлетворяя растущие потребности рынка.

По мере развития аддитивных технологий появились различные виды и категории методов 3D-печати, каждый из которых обладает своими уникальными характеристиками и возможностями. К ним относятся моделирование методом послойного наплавления (FDM),

селективное лазерное плавление (SLM), селективное лазерное спекание (SLS), лазерная стереолитография (SLA), проволочно-дуговое аддитивное производство (WAAM) и многие другие. Каждый тип предлагает различные преимущества и области применения, а также удовлетворяет специфические потребности и требования в различных отраслях промышленности [2].

Fused Deposition Modeling (FDM) – широко применяемая технология аддитивного производства для создания 3D-объектов на основе цифровой модели. Технология Fused Deposition Modelling (FDM) выделяется в области аддитивного производства своей доступностью, простотой использования и широкой распространенностью. Преимуществом данного типа печати является возможность создавать прототипы со сложной геометрией, совместимых с широким спектром термопластов, что делает его подходящим для различных областей применения. FDM особенно хорошо подходит для производства функциональных прототипов и недорогих серийных деталей с простой геометрией. Недостатком данного вида печати является низкое разрешение и качество поверхности, особенно в сравнении с деталями, изготовленными с помощью других методов 3D-печати. Кроме того, FDM может оказаться неоптимальным выбором для высокоточных или сложных деталей.

Эволюция аддитивных технологий привела к расширению возможностей машиностроения в производственных процессах, за счёт создания прототипов и проведение функциональных испытаний механических компонентов, открыв беспрецедентные возможности для инноваций и эффективности. [3] По мере дальнейшего развития возможностей аддитивного производства у инженеров-механиков появится еще больше возможностей раздвигать границы возможного, формируя будущее инженерии и технологий.

Библиографический список

1. Степанова, Е.Ю. Перспективы применения 3Б-инноваций в автомобильной промышленности / Е. Ю. Степанова, Г. В. Барсуков, Е. А. Збинякова // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2016. – № 1(49). – С. 60-66. – DOI 10.12737/18205.
2. Новиков С.В., Рамазанов К.Н. Аддитивные технологии: состояние и перспективы: учебное пособие / Уфимск. гос. авиац. техн. ун-т. - Уфа: УГАТУ, 2022
3. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. Пособие для инженеров. - М.: ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. - 220 с.

УДК 001: 165.41 +167/168:

ФУРМАН В.О

СТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ КАК ИНСТРУМЕНТА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Появление технологии «больших данных» произвело революцию в управлении информацией, открыв беспрецедентные возможности для научных исследований и открытий. Хотя концепция больших данных часто ассоциируется с последними технологическими достижениями, ее корни можно проследить до исторического развития информационных технологий и статистических методов. *Цель* этого материала – раскрыть *эпистемологические аспекты больших данных*, исследуя их концептуализацию, историческую траекторию и значение для научного знания.

Термин «большие данные» широко известен благодаря Клиффорду Линчу, который ввел его в 2008 году [1]. Однако *концептуализация больших данных* уходит корнями в историческую эволюцию информационных технологий и статистических методологий. Наша цивилизация пережила несколько информационных взрывов, начиная с появления письменности и заканчивая распространением Всемирной паутины. Каждая из этих вех способствовала накоплению огромных массивов данных и разработке новых методологий их анализа. Важнейший поворотный момент в эволюции больших данных произошел с появлением Web 2.0. Эта эпоха преобразований способствовала распространению пользовательского контента, включая текст, изображения, аудио и видео. Экспоненциальный рост объема цифровой информации вывел большие данные на передний план в области управления информацией, что ознаменовало смену парадигмы в нашем подходе к созданию и исследованию знаний.

С эпистемологической точки зрения, большие данные представляют, *как возможности*, так и *проблемы* для научного познания. С одной стороны, большие данные разрешают задачу структурирования и анализа большого массива информации, позволяя исследователям выявлять закономерности, тенденции и ассоциации в масштабах, ранее невообразимых. С другой стороны, большие данные создают проблемы, связанные с качеством данных, их *интерпретацией и этическими соображениями* [2]. Эпистемологические аспекты больших данных подчеркивают их преобразующий потенциал и необходимость тщательного изучения и анализа. Прослеживая их историческое развитие и концептуализацию, мы можем получить представление о возможностях и *вызовах,* предоставляемых ими для научного познания. Поскольку мы продолжаем сталкиваться со сложностями, связанными с большими данными, крайне важно создать надежную эпистемологическую основу, которая будет направлять наше исследование и понимание этой развивающейся области. В целом недооценка важности этических вопросов, возникающих в связи с применением больших данных как инструмента научного познания, может причинить как прямой, так и косвенный вред [3], что предполагает «оттачивание» философско-методологической рефлексии относительно технологии больших данных.

Библиографический список

1. Clifford, A., Lynch. Big data: How do your data grow? / Clifford, A., Lynch - Nature, 2008. –С. 28-29. – DOI 10.1038/455028A.
2. Кэти О’Нил. Убийственные большие данные. Как математика превратилась в оружие массового поражения; пер. с англ. В. Дегтяревой. – М.: Изд-во АСТ, 2018 – С. 115-118.
3. Багиров, М.Б. Большие данные и этика: территория обсуждения /М.Б. Багиров, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3-6. – С. 941-945.

УДК 621.825.6-7

ПЛАТОНОВ А.В., ЩЕГЛЕТОВ К.А., СОКОЛОВ В.А., ИЧАЛОВСКИЙ К.В.

РАЗРАБОТКА И ИСПЫТАНИЕ КАРДАННОГО ВАЛА АВТОМОБИЛЯ-ВНЕДОРОЖНИКА С ЭЛАСТИЧНОЙ МУФТОЙ, СМОНТИРОВАННОЙ ВЗАМЕН ШАРНИРА С КРЕСТОВИНОЙ

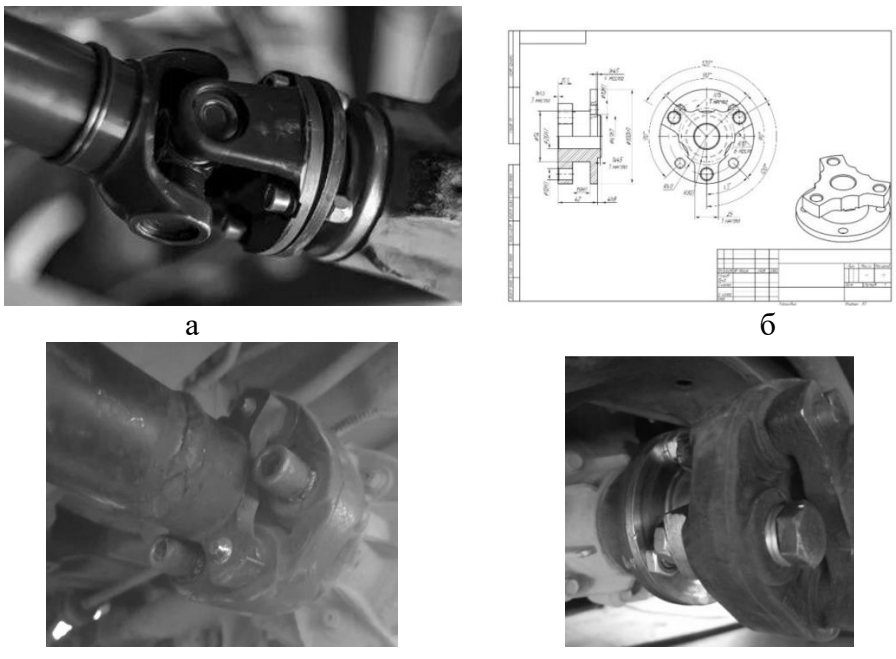
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Карданные валы автомобилей и других транспортных средств выполнены, в основном, по классической схеме, именно, с использованием крестовин [1,2]. Крестовина, являющаяся основной сборочной единицы шарнира, за многие годы конструктивно не изменилась.

Научные работы и диссертации отражают исследования, касающиеся повышения надежности [3,4,5], а патенты РФ (№№ 2215207, 2238446, 2453451) представляют различные конструктивные варианты изготовления, в том числе, значительно усложняющие их изготовление. В последние годы наметилась тенденция по замене крестовин, как наиболее подверженных износу, на гибкие шарниры равных угловых скоростей (ШРУСы). Примером служат карданные валы автомобилей-внедорожников «НИВА» [6].

В данной статье приведены результаты исследований по возможности использования в карданном валу автомобиля-внедорожника эластичной муфты взамен шарнира с крестовинами. Опыт эксплуатации автомобилей-внедорожников показал, что их карданные валы в зоне соединения с редуктором коробки перемены передач испытывают малые величины изгибов вращения. Предполагается, что наличие в карданном валу эластичной муфты, вместо шарнира с крестовиной, и ШРУСа, находящегося в непосредственной близи от опорного подшипника, позволят выдержать изгибающие нагрузки придвижении автомобиля.

За базовую конструкцию передней эластичной муфты карданного вала взята эластичная муфта, соединяющая карданный вал с раздаточным редуктором привода задних колес. Выполненная модернизация опытного карданного вала показана на рис. 1, *а* – 1, *г*. На рис. 1, *а* показано классическое соединение передней части карданного вала к фланцу редуктора коробки перемены передач через гибкий шарнир с крестовиной. На рис. 1, *б* изображен эскиз переходного фланца, соединяющего эластичную муфту модернизированного карданного вала с фланцем редуктора коробки перемены передач автомобиля. На рис. 1, *в* показано соединение модернизированного карданного вала с раздаточной коробкой привода задних колес автомобиля. На рис. 1, *г* показано соединение модернизированного карданного вала автомобиля с фланцем коробки перемены передач через переходной фланец. В настоящее время проводятся эксплуатационные испытания модернизированного карданного вала. Планируется изготовление второго опытного образца карданного вала для его стендовых испытаний в специализированной испытательной лаборатории. Можно предположить, что внедрение предложенной разработки не менее чем вдвое, сократит эксплуатационные расходы, в частности, на ТО автомобилей. Опыт эксплуатации автомобилей-внедорожников с полным приводом колес показал, что выход из строя эластичной муфты карданного вала является редким явлением.



а б

в г

Рис.1. Иллюстрации, показывающие основные результаты выполненных работ

В настоящее время проводятся эксплуатационные испытания модернизированного карданного вала. Планируется изготовление второго опытного образца карданного вала для его стендовых испытаний в специализированной испытательной лаборатории. Предварительно можно предположить, что внедрение предложенной разработки может не менее чем вдвое, сократить эксплуатационные расходы, в частности, на ТО автомобилей. Опыт эксплуатации автомобилей-внедорожников с полным приводом колес показал, что выход из строя эластичной муфты карданного вала является редким явлением.

Библиографический список

1. Крестовины карданного вала. Официальный сайт. *URL. https://aprom.by/cgi-bin/article.pl?words=* (дата обращения 10.06.2023).
2. Трансмиссия в автомобиле: что это, типы, ремонт. Официальный сайт. - *URL. https://www.autonews.ru/news/628df4939a79472acad0c594* (дата обращения 10.06.2023).
3. *Ефимцев, А.В*. Интегрированный подход при техническом сервисе машин / *Ефимцев А.В., Пастухов А.Г.* // Материалы VIII международного форума молодежи «Молодежь и сельскохозяйственная техника в XXI веке». Сборник материалов форума. – Харьков: ХНТУСХ. 2012. — С. – 80. 39.
4. *Ефимцев, А.В*. Метрологическое обеспечение технического обслуживания карданных шарниров трактора *John Deere* / *А.В. Ефимцев, А.Г. Пастухов* // «Инновационные технологии в метрологии, стандартизации и управлении качеством». г. Москва, ФГБОУ ВПО МГАУ, 2012. — С. 52-57.
5. *Бойко, Л.И*. Исследование механики и обоснование рациональных параметров карданного привода переднего моста колесного трактора: автореф. дис. … канд. техн. наук / *Бойко Л.И.* – Минск: БИМСХ, 1977. – 20 с.
6. Какие шарниры лучше ставить на «НИВУ». Электронный ресурс.URL: https://www.drive2.ru/l/10032307/?ysclid=lvl7jibje8456975361. (дата обращения 23.04.2024).

УДК 621.825.6

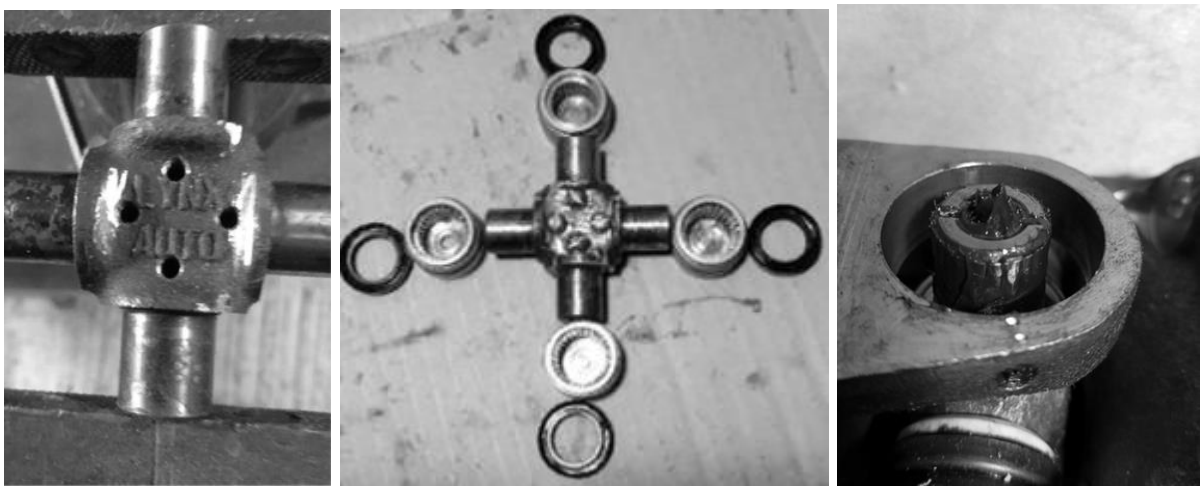
ЩЕГЛЕТОВ К.А., ПЛАТОНОВ А.В., СТАРОСТИНА О.Н., ИЧАЛОВСКИЙ К.В.

ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ВЫБОРУ ОПТИМАЛЬНОГО СПОСОБА СМАЗКИ КРЕСТОВИН КАРДАННЫХ ВАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Исследования по совершенствованию способов смазки крестовин карданных валов в АПИ (филиале НГТУ им. Р.Е. Алексеева) проводятся с 2022 года. В тезисах сборника БТН 23 [1] опубликованы результаты первого этапа исследований по рассматриваемому направлению. Было, в частности, высказано предположение, что наличие необходимого объема смазки в крестовинах и ее сохранение от вытекания является важным фактором целостности шарниров крестовин. Смену смазки в подшипниках крестовин необходимо производить только после разборки их при снятом карданном валу. Это вызвано тем, что существующие конструкции крестовин карданных валов не могут обеспечить замену смазки без снятия карданного вала. Незначительные изменения конструкции крестовин могут обеспечить сброс избыточного давления воздуха при нагнетании вмазки в подшипниковые узлы крестовин. Противоречия в регламентах ТО где описываются способы смазки, отмечены также в работах [2, 3].

В рассматриваемых тезисах показаны результаты исследований по исключению имеющихся недостатков и противоречий по ТО крестовин. Проведена серия опытов для выбора оптимального способа нагнетания смазки в подшипниковые узлы крестовин карданных валов.



а б в

Рис. 1. Изображения некоторых этапов выполнения экспериментальных работ по смазыванию крестовин карданных валов

На рис. 1, *а* показано изображение опытного корпуса крестовины, в котором выполнены резьбовые отверстия. Рис. 1, *б* изображает комплект деталей крестовины в сборе, видно, что все детали отмыты от смазки. В резьбовые отверстия корпуса крестовины ввернуты винты. На таких образцах проводилось одно из серии исследований, в данном случае, по нагнетанию смазки, когда по методике эксперимента периодически выворачивались винты для удаления воздуха из внутренних полостей крестовины.

Недостатком в методиках опытов по изучению физических явлений, происходящих внутри крестовин карданных валов при их смазывании, явилось то, что после каждого реального опыта необходимо промывать детали крестовин для удаления смазки и сушить. Прозрачное изображение реальных физических явлений смазывания опытных крестовин было обеспечено использованием расчетной программы SOLIDWORKS Flow Simulation. Полученные при этом результаты позволили получить желаемый результат. Изготовлен опытный образец крестовины, в корпусах подшипников которой ввернуты пресс-масленки. На рис. 1, *в* представлено подшипниковое пространство крестовины, заполненное смазкой.

Библиографический список

1. Блохина А.С., Платонов А.В., Краснощекова В.М., Щеглетов К.А., Нейлык И.О., Коршунов Е.С. Исследования в области совершенствования технологии сборки и технического обслуживания крестовин карданных валов // Будущее технической науки. Сборник материалов XXII Всероссийской молодежной научно-технической конференции. 2023. С. 189-190.
2. Исследования в области проведения технического обслуживания и ремонта карданных валов автомобильной техники. Платонов А.В., Щеглетов К.А., Блохина А.С., Федонин С.В., Рябикина Т.В. // В сборнике: Наука в современном информационном обществе. Материалы XXXII международной научно-практическойконференции. Bengaluru, 2023. С. 102-107.
3. Платонов А. В., Щеглетов А. В., Шмелев О. Г., Щеглетов К. А., Блохина А. С. Исследования в области технического обслуживания шарниров неравных угловых скоро-

стей карданных валов автомобилей (часть 2), Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2023. № 8. С. 43-48.

УДК 621.825.6-7ДК629

ПЛАТОНОВ А.В., ЩЕГЛЕТОВ К.А., СОКОЛОВ В.А.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ МОДУЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КАРДАННОГО ВАЛА АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Карданные передачи применяются в трансмиссиях автомобилей для силовой связи механизмов, валы которых не соосны или расположены под углом, причем взаимное положение их может меняться в процессе движения. Карданные передачи могут иметь один или несколько карданных шарниров, соединенных карданными валами, и промежуточные опоры [1,2]. При их техническом обслуживании (ТО) и ремонте недостатком отмечается то, что для этого необходимо демонтировать карданный вал из состава трапеции автомобиля.

Целью работы является разработка конструкции карданного вала со сменным шарнирами и подвесным подшипником с целью обеспечения выполнения ТО и ремонта без снятия карданного вала из трапеции автомобиля, т.е. по модульному принципу. В качестве прототипа и объекта модернизации принята конструкция карданного вала, используемая в коммерческих автомобилях семейства «ГАЗЕЛЬ» (https://alldrawings.ru/spisok-kategorij/item/kardannyj-val-gazel-chertezhi-i-sppetsifikatsiya). Разработана схема опытного карданного вала, состоящего из трех модулей, соединяемых между собой фланцами.

В целях предварительной проверки прочности опытного карданного вала выполнены исследования методом численного моделирования в расчетной программе «ANSIS». При этом для объективной оценки, фланцевое соединение труб карданного вала сравнивались со сварным соединением, величины угловых и линейных перемещений в обоих случаях оказались ничтожно малы. Испытание опытного карданного вала в специализированной лаборатории на кручение, что требуется по техническим требованиям на штатную конструкцию, показали величину крутящего момента при разрушении карданного вала, на 145 % превышающую допустимую.

Изготовление опытного карданного вала и его балансировку было решено выполнить на базе предприятия ООО «Кардан-Сервис» г. Арзамас, которое специализируется на изготовлении и балансировке карданных валов для автомобилей «ГАЗЕЛЬ». Испытание опытного карданного вала в специализированной лаборатории на кручение, что требуется по техническим требованиям на штатную конструкцию, показали величину крутящего момента при разрушении карданного вала, на 145 % превышающую допустимую величину.

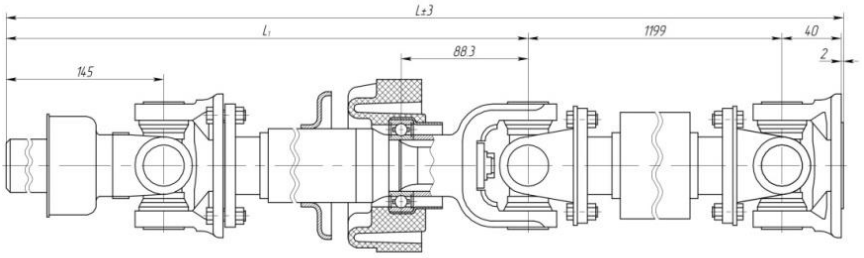


Рис 1. Схема опытного карданного вала модульной конструкции

Библиографический список

1.Трансмиссия (механика). Официальный сайт. URL. https://ru.zahn-info-portal.de/wiki/Transmission_(mechanics) (дата обращения 20.04.2024).
2. Классификация карданных передач и требования к ним. Официальный сайт. URL. https://ustroistvo-avtomobilya.ru/bez-rubriki/klassifikatsiya-kardannyh-peredach-i-trebovaniya-k-nim/ (дата обращения 20.04.2024).

УДК 621.825.63:524.3-17

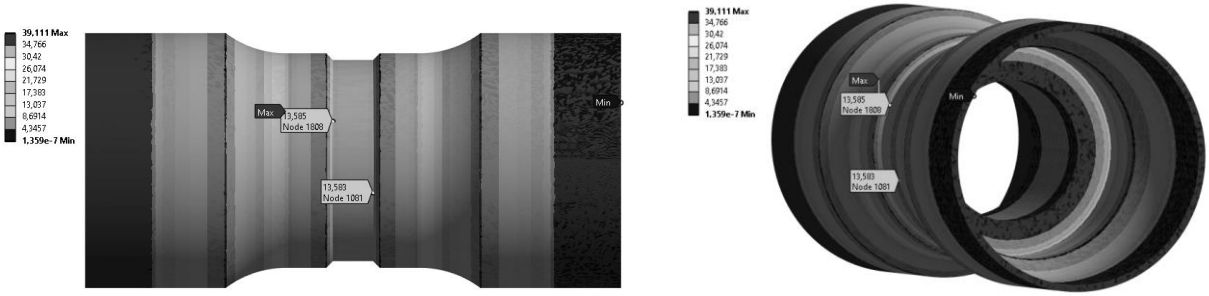
ЩЕГЛЕТОВ К.А., ПЛАТОНОВ А.В., , ШМЕЛЕВ О.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ «ANSYS» ПРОЧНОСТИ МОДЕРНИЗИРОВАННОГО КАРДАННОГО ВАЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Особенности карданного вала автомобиля и модернизация его серийной модели показаны в работах [1-3] и в тезисах настоящего сборника «Разработка и исследование модульной конструкции карданного вала автомобиля». Для объективной оценки прочности модернизированного карданного вала в сравнении с серийной моделью проведены исследования в программе «ANSYS». Нагрузка на карданный вал назначалась из технических требований чертежа серийного изделия – «крутящий момент, выдерживаемый карданным валом без разрушения, не менее 2000 Нхм».

На рис.1, *а* показаны зоны 3D модели фрагмента серийного карданного вала (со сварным соединением труб) с наложенными нагрузками, а на рис. 1, *б* изображена модель со значениями величин напряжений, создаваемых при наложении нагрузки в виде максимальной величины крутящего момента. По результатам расчетов было выявлено максимальное напряжение в зоне сварки (13,5 МПа), что на порядок меньше допустимых значений.

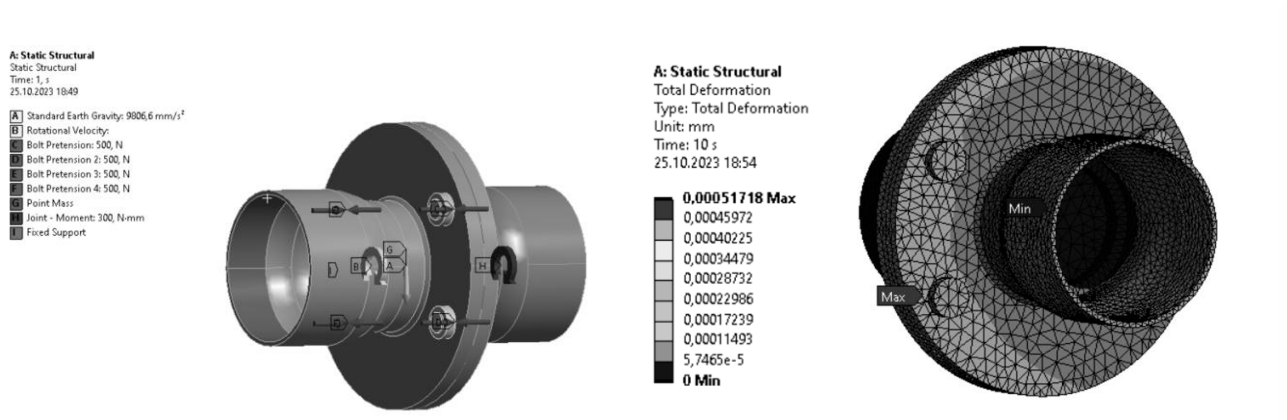


а б

Рис. 1. Изображение фрагментов работы программы при исследовании сварного соединения труб карданного вала

На рис.2, *а* показаны зоны 3D модели с нагрузками фрагмента модернизированного карданного вала (с фланцевым соединением труб), а на рис. 2, *б* изображена модель со значениями величин напряжений, создаваемых при наложении нагрузки в виде максимальной величины крутящего момента. Как и в первом случае исследований, величины напряжений в болтовом соединении фланцев оказались ничтожно малыми.

Результаты данных исследований и стендовых испытаний явились предпосылкой изготовления второго опытного карданного вала, который проходит испытания на автомобиле-внедорожнике.



а б

Рис. 2. Изображение фрагментов работы программы при исследовании фланцевого соединения труб, где фланцы соединены болтовыми соединениями

Библиографический список

1. Платонов А.В., Щеглетов К.А., Блохина А.С., Федонин С.В., Рябикина Т.В. Исследования в области проведения технического обслуживания и ремонта карданных валов автомобильной техники / В сборнике: Наука в современном информационном обществе: материалы XXXII международной научно-практической конференции. Bengaluru, Индия, 2023. С. 102-107.
2. Платонов А.В., Щеглетов А.В., Шмелев О.Г., Щеглетов К.А., Блохина А.С. Исследования в области технического обслуживания шарниров неравных угловых скоростей карданных валов автомобилей (часть 1). / Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2023. № 8. С. 43-48.
3. Платонов А.В., Щеглетов А.В., Шмелев О.Г., Щеглетов К.А., Блохина А.С. Исследования в области технического обслуживания шарниров неравных угловых скоростей карданных валов автомобилей (часть 2). / Кузнечно-штамповочное производство. Обработка материалов давлением. 2023. № 9. С. 44-48.

Подсекция 3.2

Автоматизация в машиностроении

УДК 620

ПОДУВАЛЬЦЕВ А.А., МАНЦЕРОВ С.А., АНОСОВ М.С.,

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ ДИАГНОСТИКА СПЛАВОВ, ПОЛУЧЕННЫХ АДДИТИВНЫМ ЭЛЕКТРОДУГОВЫМ ВЫРАЩИВАНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интерес к аддитивным методам выращивания заготовок в последнее время существенно возрастает. Это связано с тем, что методы аддитивного производства позволяют получить уникальные по своим физико-механическим свойствам сплавы и изделия сложных форм, с небольшим объемом последующей механической обработки.

Однако, для таких изделий необходимо обеспечить их надежное функционирование в составе технического объекта. Это достигается, прежде всего, за счет правильного выбора материала, режимов и стратегии печати, а также за счет диагностирования изделия в процессе эксплуатации.

Учитывая, что большое количество изделий работает в условиях усталостного нагружения, в рамках проекта проведено исследование наплавочных материалов 30ХГСА, 09Г2С и 08ХМФА в процессе испытаний на усталость с регистрацией информативных параметров неразрушающего контроля и последующей разработкой баз данных параметров на различных этапах испытаний. Полученные данные использованы для разработки нейросетевых моделей диагностики поврежденности и остаточного ресурса материалов.

Как установлено по результатам исследования для прогнозирования поврежденности и остаточного ресурса материала могут использоваться следующие характеристики неразрушающего контроля: параметры ультразвукового сигнала; параметры акустической эмиссии (АЭ); магнитные характеристики материала. На основе базы данных параметров неразрушающего контроля и параметра поврежденности на различных стадиях испытания проводилось обучение нейросетевых моделей с различным набором входных параметров.

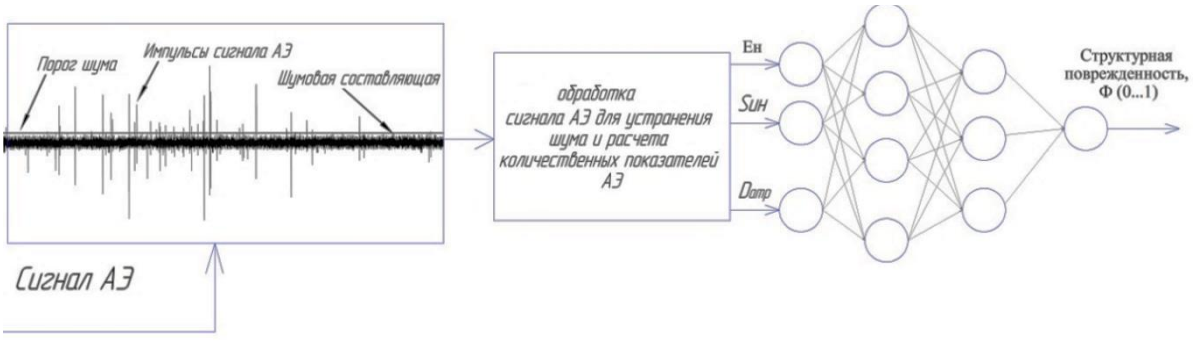


Рис. 1. Нейросетевая модель прогнозирования поврежденности

Как показали проведенные исследования, наибольшую точность дает нейросетевая модель, используемая на входе или только параметры АЭ или параметры АЭ, дополненные параметрами ультразвукового контроля. Учитывая это, в качестве входных параметров для нейросетевой модели выбраны параметры акустического контроля, такие как:

- накопленная энергия сигнала АЭ, Ен;

- накопленная информационная энтропия, Sин;
- текущее значение фрактальной размерности аттрактора сигнала АЭ, Dатр.

Архитектура нейронной сети (рис. 1) имела всего 6 скрытых слоев, т.к. дальнейшее увеличение скрытых слоев не приводила к повышению точности оценки. Достаточный объем обучающей выборки – не менее 24 рядов сигнала АЭ, полученных при определенной амплитуде испытаний.

При этом точность прогнозирования на исследуемых сплавах составила: для сплава 08ХМФА – 95%; для сплава 30ХГСА – 92%; для сплава 09Г2С – 89%.

Исследование выполнено при финансовой поддержке министерства науки и высшего образования (Государственное задание ***№ FSWE-2023-0008).***

УДК 621

ВОРОНЬКО А.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СРЕДЫ ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ В КОМПАС-3D

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обязательным этапом создания 3D-модели является её исследование в CAE системах. Данные системы могут быть как интегрированы в CAD системы, например, КОМПАС-3D, так и идти как отдельный продукт. В процессе исследования появляется необходимость редактирования 3D-модели, что может быть достаточно трудоемким процессом.

В КОМПАС-3D интегрирована среда программирования Python, что позволяет использовать макросы для создания деталей, а также управлять различными параметрами модели, в том числе и метаданными. Для этого существуют отдельные библиотеки, загружаемые вместе с модулем КОМПАС-Макро. В этих библиотеках содержится множество интерфейсов для взаимодействия с моделью, такие как IParts7, IFeature7, IMassInertiaParam7, IBodyReposition и другие. Интерфейс IMassInertiaParam7 позволяет получить доступ к массово-центровочным характеристикам модели, а также их редактирование. С помощью этого интерфейса можно узнать различные метаданные модели, такие как материал, массу, плотность, объем, координаты центра масс и другие. Интерфейс IFeature7 позволяет получить и редактировать параметры модели, заданные при проектировании.

Использование двух вышеописанных интерфейсов, грамотной параметризации модели, а также библиотеки tkinter позволяет создать удобный и компактный интерфейс для управления 3D-моделью (рис.1). Данный интерфейс позволяет изменять 3 параметра модели длину, ширину и высоту, а также показывает метаданные модели: масса, объем и плотность, зависящие как от параметров, так и от материала модели.

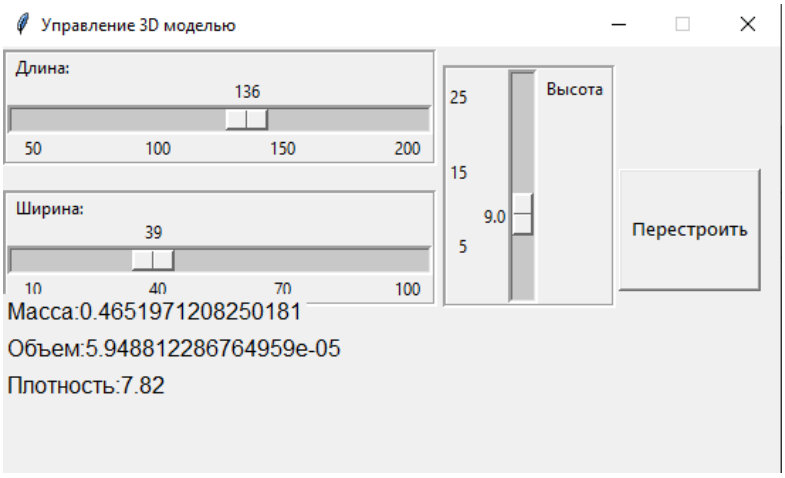


Рис. 1. Интерфейс управления 3D-моделью

УДК 681.518.5

ГОЛИЧНИКОВ Д. А., ШАКИН Д. А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОСТРОЕНИЯ НЕЙРОСЕТЕВЫХ СИСТЕМ ВИЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЯ ПОВЕРХНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Был рассмотрен метод обучения нейросетевых моделей на основе сгенерированной синтетического набора изображений поверхности труб. Данный метод подразумевает автоматическую генерацию изображений и масок к ним для последующего обучения моделей, что позволяет частично решить проблему недостатка реальных данных для обучения и существенно сократить время на разметку набора данных с помощью человеческого труда.

В процессе производства труб возникают дефекты на их внутренней поверхности[1, 2], которые требуют постоянного контроля. Для этой цели компания нанимает специалиста, однако, из-за монотонности этого процесса, сотруднику свойственно утомляться, что повышает вероятность пропуска дефектной трубы и, в конечном счете, создает репутационные риски для предприятия.

В настоящий момент существует установка для контроля внутренней поверхности труб. В установке автоматизировано перемещение эндоскопа внутри трубы и вывод изображения на компьютер оператора, что позволяет ему отслеживать дефекты.

На пути автоматизации процесса контроля внутренней поверхности труб и уменьшения вероятности пропуска дефектной трубы стоят две основные проблемы:

Первая проблема – это разработать алгоритм распознавания дефектов. Так как классические методы обработки изображения, как правило, имеют низкую точность и гибкость, то для решения этой проблемы планируется использовать нейронную сеть[3].

Вторая проблема вытекает из первой – для разработки нейронной сети необходимо иметь набор данных с изображениями дефектов. Проблема заключается в том, что дефектные трубы составляю чрезвычайно малый процент среди всех произведенных труб, а также разметка данных требует большого количества временных и человеческих ресурсов. Решением данной проблемы является синтез изображений с дефектами с помощью компьютерного моделирования.

Было рассмотрено несколько способов генерации синтетических данных внутренней поверхности труб с помощью различных средств генерации: MATLAB, Autodesk Inventor, Генеративно-состязательная сеть (StyleGan), Blender.

Из всех рассмотренных средств разработки был выделен Blender за счет трех основных преимуществ: 1) высока степень детализации изображения, 2) автоматическая генерация масок для обучения нейросетевых моделей, 3) высокая скорость генерации относительно других средств.

При тестировании моделей в реальных условиях эксплуатации были получены неудовлетворительные результаты. Поэтому в дальнейшем для интеграции модели в установку визуального контроля планируется увеличить детализацию генерируемых данных, увеличить обучающую выборку (сгенерировать на порядок больше синтетических данных), обучить нейросетевые модели с другими архитектурами.

Библиографический список

1. Науменко, Е. А. Комплексное исследование характерных признаков дефектов, обнаруженных при магнитопорошковом контроле на конечном этапе производства бесшовных горячекатаных труб / Е. А. Науменко, О. В. Рожкова, И. А. Ковалева // Литье и ме-

таллургия. – 2023. – № 1. – С. 69-72. – DOI 10.21122/1683-6065-2023-1-69-72. – EDN UGWKTQ.
2. Мокроусов, В. И. Дефект риска на внутренней поверхности стальных толстостенных труб / В. И. Мокроусов // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2015. – № 12-2. – С. 154-160. – EDN VHHLLH.
3. Гусев, Р. С. Анализ методов обработки изображений внутренней поверхности труб / Р. С. Гусев, Л. О. Федосова, А. П. Цапаев // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2018. – № 2(121). – С. 9-15. – DOI 10.46960/1816-210X_2018_2_9. – EDN XSELLV.

УДК 681.518.5

ГРИГОРЬЕВ К.А.

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ПОИСК ВРЕЗОК И ПРОБОЕВ В ПРОЦЕССЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ НЕФТИ ПО МАГИСТРАЛЬНЫМ ТРУБОПРОВОДАМ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время нефтегазовый сектор имеет огромное значение для экономики России. Следовательно, для ее поддержания необходимо обеспечить быструю и надежную транспортировку нефти и нефтепродуктов.

Для решения данной проблемы применяются магистральные трубопроводы, которые позволяют перегнать огромные объемы нефти и нефтепродукта на дальние расстояния с высокой скоростью и минимальными потерями [1].

Наиболее частые причины появления потерь, это возникновение врезок и пробоев, фиксация которых происходит из диспетчерского пункта при помощи анализа графиков расхода и гидроуклона оператором, с последующим вызовом ремонтной бригады на проверку участка длинной 20-30 км, в силу особенности строения трубопроводов [2].

Для увеличения скорости и точности реагирования на потери можно предпринять следующие меры:

- установить дополнительные датчики давления или расхода на каждом участке;
- модернизировать диспетчерскую систему.

Из предложенных способов решения проблемы наиболее экономически выгодным является модернизация диспетчерской системы за счет разработки алгоритма и программного модуля автоматического поиска врезок и пробоев, по сколько позволяет уменьшить работу оператора и не тратить экономический ресурс на закупку и установку дополнительных датчиков, так как большая часть трубопроводов зарыта под землей.

Алгоритм процесса поиска утечек

1. Ожидание в 30 минут для выхода расходомеров и гидроуклона в установившееся значение, после запуска транспортировки.
2. Сравнение расходомеров на выходе из станции оттока с расходомерами на входе станции притока. Показатели установившихся значений не должны различаться на более чем 0,1 $м^3$/ч, в случае расхождения делается вывод о возможной утечке.
3. Сравнение графиков фактического гидроуклона с плановым на каждом километраже. При расхождении значений на более чем 1 м происходит фиксация врезки, а на более чем 4 м – пробоя.
4. При обнаружении врезки происходит вызов ремонтной бригады на соответствующий километраж, а при пробое останавливается перекачка.
5. При отсутствии признаков утечек, происходит повторение проверки каждую минуту, начиная со второго этапа, до момента завершения перекачки.

Текущие значения с датчиков давления и расхода передаются в диспетчерскую систему при помощи запросов к соответствующим базам данных.

В соответствии с предложенным алгоритмом точность определения пробоя увеличится до километража трубы, а скорость его фиксации не будет зависеть от оператора.

Библиографический список

1. Ковалев И.В., Транспорт нефти и газа в России // Транспортное дело России. – 2010. – №4(77). С. 114-117.
2. Уланов В.В., Гибадулин П.Д., К вопросу о безопасности трубопроводного транспорта нефти и газа // Neftegaz.RU – 2022. – №12(132). С. 16-20.

УДК 004.896

ДОБРОВОЛЬСКАЯ М.А., ФЕДОСОВА Л.О.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИНИИ ШТАМПОВКИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Процесс штамповки применяется в различных сферах, таких как: автомобильная промышленность, электроника, авиастроение. С помощью давления под прессом на предприятиях производят изделия различных форм и размеров без существенного изменения толщины металла. Применение метода штамповки ведет к повышению производительности и отсутствию необходимости к тщательной обработке поверхностей заготовок, а также одним из главных его преимуществ является простота замены пресс-формы.

В связи с ускоренным темпом развития предприятий и увеличением номенклатуры изготавливаемых изделий требуется автоматизация некоторых процессов на производстве. Внедрение автоматизированных установок ведет к сокращению времени изготовления сборочных единиц, уменьшению брака и вероятности неэкономичного использования ресурса, снижению стоимости производства. Помимо этого, для предприятия автоматизация является ключом к развитию и выход на новый уровень на мировом рынке.

Целью данной работы является автоматизация линии штамповки, которую в дальнейшем можно внедрить на предприятие ООО «Гефест НН». На производстве в данной организации изготавливается крепеж для зеркал различной сложности. За последнее время объем выпускаемой продукции расширился, что привело к решению внедрения новых установок для автоматизации процессов производства металлических пластин.

Рассматривая более подробно производство зеркал, стоит отметить, что самым объемным, по количеству изделий, является именно процесс изготовления металлического крепежа. Осуществляется он холодной штамповкой, размеры и вид детали зависит различного типа и веса зеркального полотна при дальнейшей стадии сборки.

Для решения задач автоматизации было проведено изучение технического паспорта оборудования [1], проведен анализ существующих типов линий [2], выявлены основные особенности внедрения автоматических установок для процесса штамповки. Проведен подбор компонентов, из которых будет состоять автоматизированная линия, в соответствии с критериями оптимальности. Стоит отметить, что если рассматривать данное оборудование, которое нужно автоматизировать, то оно имеет возможность изготавливать детали двух типов при условии замены пресс-формы. Одно изделие, производимое на этом станке, является готовой продукцией, следовательно, после процесса штамповки идет на процесс упаковки и отгрузки на склад. Детали, изготавливаемые в работе другой пресс-формы, переходят в зону локального склада, для конкретно этой линии штамповки, после чего они обрабатываются на

другом оборудовании. Автоматизация процесса, в втором случае решает еще одну важную проблему- простой на производстве. В работе представлен алгоритм управления линией штамповки, демонстрирующий принцип изготовления заготовок и перемещения их от одной операции к другой, для четкого понимания процесса и наглядности. Так же показана структурная и электрическая схема подключения штамповочной линии.

Внедрение автоматизированной линии штамповки может быть сложным процессом, который требует тщательного планирования и координации. Однако, стоит отметить, что данное решение может значительно повысить эффективность производства, снизить затраты и повысить качество продукции.

Из всего перечисленного можно сделать вывод, что внедрение разработанной автоматизированной линии штамповки на предприятие ООО «Гефест НН» с первоначальной целью оптимизации производственного процесса в целом, поможет решить ряд других важных проблем, имеющихся в процессе изготовления деталей. Помимо повышения точности, появления возможности непрерывной и более эффективной работы, способности легко перестраиваться под различные типы продукции с целью обеспечения гибкости и масштабирования производства, автоматизированные линии снижают риск травм и повышают безопасность на производстве.

Библиографический список

1. СТАНКОИМПОРТ. Кривошипные открытые прессы простого действия К2114, К2118Б, К2318Б :Руководство по эксплуатации —55с.
2. Иголкин А.Ю. Автоматические линии кузнечно-штамповочного производства: учебное пособие –Самара . гос. аэрокосмич. ун-т/А.Ю. Иголкин, С.И. Козий, В.А. Михеев, С.Ф. Тлустенко; Самара, 2004 – 168с.

УДК 534.6

КАЛЬЯНОВА Е.А., САВЕЛЬЕВ С.О., АНИСИМОВ П.А.

СОЗДАНИЕ РАЗМЕЧЕННОГО НАБОРА ДАННЫХ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ МЕТОДОВ ЛОКАЛИЗАЦИИ И РЕКОНСТРУКЦИИ ДВУМЕРНЫХ КОНТУРОВ ПРЕПЯТСТВИЙ С ПОМОЩЬЮ УЛЬТРАЗВУКОВОГО МАССИВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Последние достижения в машинном и глубоком обучении в акустике [1], а также подходах к реконструкции сигналов с помощью решения обратной задачи, зарекомендовавших себя в ультразвуковой дефектоскопии [2] и воздушных сонарах [3], открывают новые возможности для систем одновременной локализации и картографии (SLAM) на основе массива ультразвуковых датчиков, используемых в мобильной робототехнике. Датацентрический подход к исследованиям локализации препятствий и реконструкции их контуров с помощью ультразвукового массива подразумевает организацию сбора обучающих данных и процесса обучения и тестирования моделей, или тестирования иных алгоритмов в offline-режиме.

Был реализован стенд на основе ультразвуковых датчиков собственного производства для проведения измерительных экспериментов. В основе программного обеспечения лежал открытый робототехнический программный стек Robot Operating System (ROS). Ультразвуковые датчики в составе стенда формировали линейный массив – плоскую фазированную решётку приёмоизлучателей, позволяющую получать эхосигналы, содержащие информацию о некоторых признаках препятствий в плоской схеме, в числе которых расстояние, азимут, форма контура и материал поверхности препятствий.

В результате серии опытов было получено несколько наборов данных для двух различных окружений при разных параметрах стенда. Особенность проведённых опытов заключалась в подходе к автоматизированной разметке образцов записей акустических откликов, позволяющем многократно увеличить эффективность и уменьшить трудоёмкость процесса разметки. Эталонные примеры двумерных контуров препятствий, представляющих собой разметку, получались косвенным путём с помощью лидара в составе стенда. Процесс получения образцов записей ультразвукового массива и их разметка имели периодический характер, и общая частота работы стенда была равна ~20 Гц. Для постановки полевых измерительных опытов были соблюдены минимальные ограничения на вид целевых препятствий – были исключены детали, невидимые для устройства получения примеров контуров препятствий.

Предварительные результаты по применению модели многослойного перцептрона, обученной с использованием полученных наборов данных, представленные в [4], дают представление об эффективности описанной экспериментальной методики и мотивацию на дальнейшее её улучшение.

Библиографический список

1. Bianco M. J. et al. Machine learning in acoustics: Theory and applications //The Journal of the Acoustical Society of America. – 2019. – Т. 146. – №. 5. – С. 3590-3628.
2. Базулин, Е.Г. Применение метода распознавания со сжатием для достижения сверхразрешения эхосигналов [Текст] / Е.Г. Базулин // Дефектоскопия. -2022. -№ 5. – С. 24-36.
3. Tondin Ferreira Dias E., Vieira Neto H., Schneider F. K. A compressed sensing approach for multiple obstacle localisation using sonar sensors in air //Sensors. – 2020. – Т. 20. – №. 19. – С. 5511.
4. Окунев, А.В. Разработка интеллектуального сенсора построения карты препятствий на основе мультиотражения ультразвукового сигнала с применением нейросетевых технологий [Текст] / А.В. Окунев, П.А. Анисимов, М.А. Колобов // XXVIII Нижегородская сессия молодых учёных (гуманитарные, технические, естественные науки): сб. трудов конф. – Н. Новгород, Изд-во «Перо», 2023. – С. 223-232.

УДК 007.52

КОНОВАЛОВ А.А.

МАШИННОЕ ОБУЧЕНИЕ В РОЕВОМ ИНТЕЛЛЕКТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Идея программного внедрения машинного обучения в каждую отдельную единицу в теории позволяет сильно оптимизировать работу всего роя, так как логика адаптации, которая работала на уровне всего роя, теперь будет просчитываться древом решений на каждой отдельной единице, но при этом целостность самого роевого алгоритма не будет нарушена [1].

Данную теорию можно визуализировать на примере пчелиного алгоритма и показать выгоду от машинного обучения. Представим, что, как и в стандартной ситуации с данным алгоритмом, есть искомые целевые точки, это могут быть как конкретные значения, так и наибольшая плотность тех или иных значений, что на практике применимо в поисковых и исследовательских дронах. Вокруг каждой искомой области в большинстве случаев будет определенный паттерн окружающей среды, значения которого собираются датчиками, это могут быть такие данные, как: температура, давление, звук, географическое расположение и так далее. В случае обнаружения одним агентом искомой целевой точки, в обычном алгоритме продолжается стандартный поиск, в то время как в случае с применением древа реше-

ний получаются вероятности влияния тех самых паттернов на успешное нахождение искомой целевой точки и с этого момента поиски происходят уже не в случайном направлении, так как при обнаружении ранее зафиксированного паттерна другими агентами, они начинают ориентироваться по нему а не в случайном направлении, а в случае если фиксировались все внешние данные во время работы агентов, то возможно реализовать функционал сверки данных с целью выявления возможного пересечения с паттерном в прошлых перемещениях агента и для экономии времени, изменить направление исследования (рис.1). Данная технология может успешно применяться для групп исследовательских или поисковых дронов.

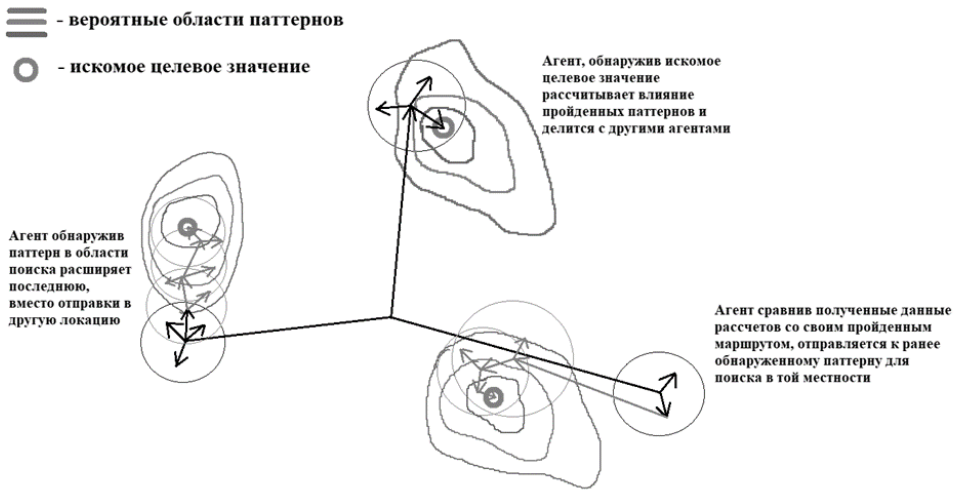


Рис. 1. Работа пчелиного алгоритма с внедренным машинным обучением

Добиться подобного результата можно с помощью интеграции в рабочий пчелиный алгоритм существующих моделей машинного обучения, в случае с разработкой на языке python это будет scikit-learn позволяющий производить множество разнообразных расчетов [2].

Библиографический список

1. Водолазский, И. А. Роевой интеллект и его наиболее распространённые методы реализации / И. А. Водолазский, А. С. Егоров, А. В. Краснов. [Текст] : непосредственный // Молодой ученый. — 2017. — № 4 (138). — С. 147-153.
2.Scikit-learn— это библиотека машинного обучения с открытым исходным кодом. [Электронный ресурс]. – URL: https://scikit-learn.ru/

УДК 621

КУЗНЕЦОВ Р.М., ЛАЙША А.К., КОРОТКОВА Т.Е., СКОВОРОДОВА А.М., ЗИМИНА Е.В.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ПОДСВЕТКИ БОЛЬШОГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО МИКРОСКОПА БМИ-1

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большой инструментальный микроскоп БМИ-1 используется для измерения абсолютным и бесконтактным методами угловых и линейных размеров деталей сложной формы: углов заточки режущих инструментов, элементов профиля резьбы, конусов, шаблонов и т.п. Принцип измерения основан на прохождении луча света от осветителя, состоящего из лампы *16*, через систему линз и освещение контура детали (рис. 1), расположенной либо непосред-

ственно на предметном столе, либо зажатой в центрах. Получаемое изображение в фокальной плоскости окуляра, в результате преломления лучей в системе линз, рассматривается через окулярную головку со шкалой для линейных и угловых измерений. Оптическая схема микроскопа подразумевает сложное прохождение пучка света, претерпевая многократное преломление и фильтрацию, генерируемого источником в виде лампы накаливания. На момент разработки и производства БМИ-1, а именно 1960-й год, данное решение было единственным осуществимым, однако, с ростом общего уровня доступности иных, более эффективных по мощности и световому потоку источников света, стало не актуальным. При использовании микроскопа частой проблемой являлась нечеткость получаемого изображения, что затрудняло процесс измерения. Невозможность регулировки светового потока также усложняет процесс измерения, поскольку прибор становится чувствительным к степени освещенности в комнате. Громоздкость системы питания подсветки микроскопа, состоящей из трансформатора, который является отдельной частью установки, затрудняет транспортировку оборудования. Таким образом, учитывая перечисленные факторы и высокую степень использования БМИ-1 на производстве и в научных лабораториях, возникает потребность в модернизации его системы подсветки.

Выбор источника света происходил исходя из сравнительного анализа наиболее доступных решений. Лучшим решением были светодиоды – они экономичнее, компактнее, обладают бóльшей плотностью светового потока.

На основе выбора типа источника света было разработано комплексное решение, представляющую собой систему из двух электронных блоков. Первый блок обеспечивает фоновую подсветку штриховой сетки наблюдательного окуляра, второй – подсветку угловой шкалы угломера в его окуляре. Блоки соединяются кабелем. Портативность обеспечивается аккумуляторами основного первого блока. Теоретическое время непрерывной работы от аккумуляторов больше двух часов.

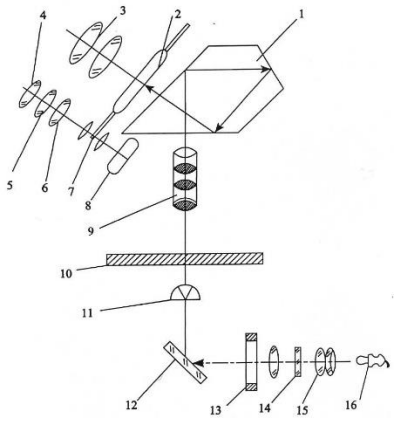


Рис. 1. Оптическая схема микроскопа.
Микроскоп большой инструментальный БМИ-1. Паспорт АЛ-2-787.019 ПС, 1973

УДК 681.5

КУЗНЕЦОВ Д. А., ФЕДОСОВА Л. О., ЗОЛОТОВ А. В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ИЗМЕЛЬЧИТЕЛЬНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРСЫРЬЯ

Нижегородский государственный университет имени Р. Е. Алексеева

Переработка пластика и его вторичное использование – одна из первостепенных задач современного научного мира. За последние несколько десятков лет производители предме-

тов повседневного использования выпустили миллионы и миллиарды единиц своей продукции, каждая из которых содержит детали из пластика. Средняя продолжительность одного изделия составляет от одного до двух лет, в то время как срок полного разложения пластика в природе исчисляется столетиями. Для локального решения данной проблемы в рамках учебного заведения был спроектирован автоматизированный комплекс по переработке вторсырья, состоящий из двух основных частей: измельчительное устройство (дробилка) и термопластавтомат. Первоначальная задача данного проекта – проектирование и изготовление первого из этих устройств.

Дробилка состоит из ведомого и ведущего валов, последний приводится в движение мотор-редуктором. Также измельчитель включает в себя органы управления и защиты, такие как кнопки «старт», «стоп» и «реверс», сигнальные лампы, защитные кожухи и кнопка аварийной остановки. Управление дробилкой осуществляется посредством ПЛК от компании «ОВЕН», который обрабатывает команды с кнопок, осуществляет общение с оператором с помощью индикационных ламп и управляет частотным преобразователем, который подключен к мотор-редуктору. Установка является мобильной за счет установленных на нее подвижных колесных опор, которые позволяют осуществить беспрепятственную транспортировку измельчителя в любое необходимое место.

В ходе разработки измельчительного устройства был произведен расчет силы резания, требуемой для переработки пластика. В качестве испытуемого типа пластика был взят полиэтилен высокой плотности [1], так как необходимо было выяснить силу резания при максимальных нагрузках на шредер. Для испытаний были изготовлены несколько пробных дисков с максимальным диаметром 175 мм и высотой зуба 4 мм. Для переработки была взята крышка от пятилитровой канистры, так как ее габаритные размеры позволяют охватить максимальное количество лезвий. В процессе эксперимента были задействованы 10 лезвий, а также максимальный зафиксированный момент на валу – 475 Нм. Таким образом, силу, требуемую для переработки пластика данного вида можно вычислить по формуле:

$$F = \frac{M}{L}, \text{ где}$$

F – сила; M – момент силы; L – плечо силы (в данном случае радиус лезвия).
Подставив полученные значения в формулу, получаем что:

$$F = \frac{475\ \text{Нм}}{0{,}0875\ \text{м}} = 5428{,}57\ \text{Н}.$$

Таким образом, усилие на одном ноже для успешной переработки пластика не должно быть ниже 5428,57 Н. Полученное значение использовалось при подборе мотор-редуктора и создании новых лезвий.

1.Джабаров, Г. В. Научные основы переработки твердых отходов полиэфиров, 2022 – 148 с.

УДК 004.896, 658.562

КУЗНЕЦОВА К.А., ФЕДОСОВА Л.О., КАШНИКОВ Д.А.

СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОТВЕРСТИЙ ЛОНЖЕРОНОВ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время актуальной задачей является интеграция интеллектуальных систем для проверки качества выпускаемой продукции на предприятиях, что способствует снижению роли человеческого фактора и увеличению точности обнаружения дефектов. Такая про-

блема возникла и на Горьковском автомобильном заводе на этапе производства лонжеронов для автомобилей, где оператор вручную проверяет наличие пробивки отверстий и соответствию их заданному диаметру. Один из методов замены человеческого труда – применение системы технического зрения (СТЗ), которая в режиме реального времени способна выявлять дефекты, что поможет уменьшить рабочую нагрузку на оператора.

К СТЗ предъявляются высокие требования. Она должна состоять из нескольких камер, устройств для искусственного освещения лонжеронов в области контроля, программного обеспечения, которое отвечает за реализацию алгоритмов детектирования бракованных изделий и осуществляет обмен данными с системой управления нижнем уровнем. Также необходимо отображать (визуализировать) оператору результат распознавания лонжеронов во время процесса его контроля СТЗ.Аппаратная составляющая определяется выбором камеры с определенным интерфейсом. Для решения данной задачи был выбран классический метод компьютерного зрения, в то время как нейросетевые технологии требуют значительного объема данных для обучения. Неотъемлемой составляющей системы является программная часть, которая отвечает за обработку изображений с камер, реализованная на языке программирования Python с использованием библиотеки OpenCV. Первым этапом алгоритма выполняется сшивание двух снимков с камер, чтобы получить качественное широкоугольное изображение лонжерона. Второй этап заключается в предобработке изображения, используя технологии наложения фильтров. На третьем этапе происходит обнаружение контуров отверстий через преобразование Хафа (рис. 1). На выходе получается массив из координат отверстий, который впоследствии будет сравниваться с эталонным списком значений. После распознавания СТЗ отправляет сигнал на нижний уровень системы управления в случае выявления дефекта.

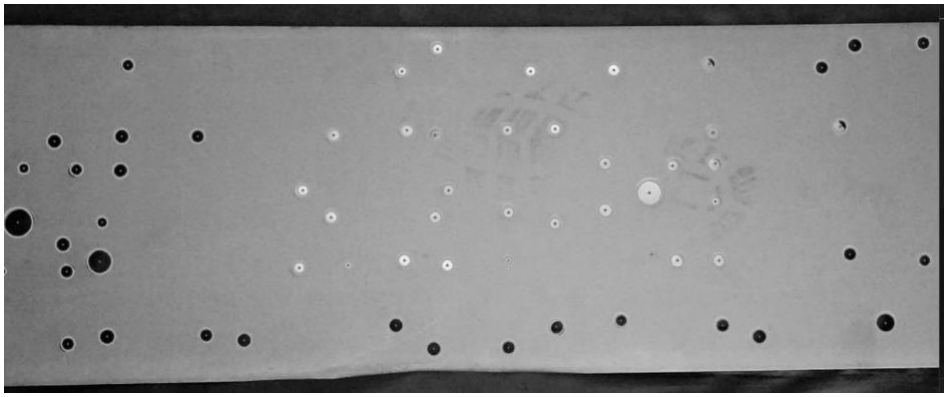


Рис. 1. Распознавание отверстий с применением метода Хаффа

Внедрение этой системы в производство позволит повысить качество продукции, уменьшить количество брака и облегчить работу сотрудников. Кроме того, благодаря визуализации процесса распознавания, условия труда станут более комфортными.

Библиографический список

1. Глория Буэно Гарсия, Оскар Дениз Суарес. Обработка изображений с помощью OpenCV/ пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 210 с.: ил.
2. Ян Эрик Солем. Программирование компьютерного зрения на языке Python. / пер. с англ. Слинкин А.А. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 312 с.: ил.
3. Лебедев С. А, Осоков Г. А. Быстрые алгоритмы распознавания колец и идентификации электронов в детекторе RICH эксперимента CBM // Письма в ЭЧАЯ. 2009. Т. 6. № 2(151). С. 260-284.

УДК 621

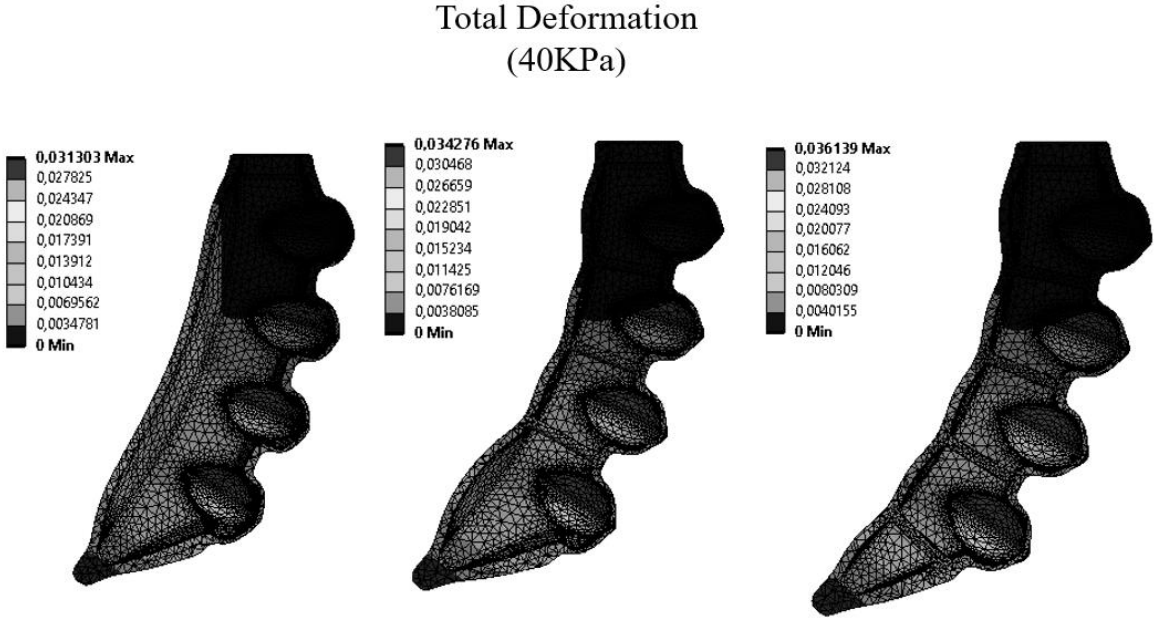
ЛАЙША А.К., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛАСТИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МЯГКИХ ЗАХВАТОВ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ АДДИТИВНЫМ МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Захватные устройства играют важную роль в работе манипуляторов, обеспечивая роботам возможность захватывать объекты и управлять ими. Выбор подходящего типа захвата для определенной задачи определяется формой, размером и материалом объекта. Типичные захваты обычно производятся из жестких материалов, таких как металл, пластик или композитные материалы, и используются для обеспечения достаточной силы удержания объектов. Однако они могут оказаться неэффективными при работе с хрупкими или сложными по форме предметами. В таких ситуациях создаются мягкие или адаптивные захваты, позволяющие осторожно и безопасно манипулировать объектами, что влечет за собой увеличение производительности и снижению издержек в производстве.

Общий принцип функционирования мягких захватных устройств основывается на принципе адаптаций податливых конструкций, которые деформируется внешними или встроенными исполнительными механизмами, под кривизну захватываемого объекта [1].



Мягкие захваты можно классифицировать на две группы: имеющие в своей конструкции жесткие части, и основывающиеся на приводе из гибких эластомеров. Эластичные приводы второго рассматриваемого типа захватов получили наибольшую популярность в промышленности в виде специально изготовленных пневмопальцев. Основной частью их конструкции являются пневматические камеры, меняя характеристики которых можно управлять степенью деформации [2]. В целях предотвращения возникновения паразитных деформаций в области контакта пневмопальца с объектом, в классической конструкции, используется армирующий слой, выполненный в виде эластичной, но не растягивающейся материи.

Развитие аддитивных технологий позволило создавать быстрые прототипы изделий, однако в рамках описываемой тематики возникает потребность в исследовании полученных

образцов, а также в разработке методик адаптации конструкций эластичных частей под технологический процесс 3D-печати. Для решения поставленных задач необходимо проанализировать их основные характеристики, такие как: степень деформации при подаче расчетного давления, и возникающее усилие.

Вбив характеристики фотополимерной смолы Resione F39 в CAE систему Ansys, получили следующие результаты FEM анализа. На основе результатов была модернизирована конструкция пневмопальца для достижения оптимальных для захвата деформаций.

Библиографический список

1. Soft Robotic Gripper / [Электронный ресурс] // Advanced Materials: [сайт]. — URL: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/adma.201707035 (дата обращения: 2.02.2024).
2. Soft manipulators and Grippers: A Review / [Электронный ресурс]] // Frontiers: [сайт]. — URL: https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2016.00069/full (дата обращения: 2.02.2024).

УДК 004.89

ЛИСИН М.С., СИЗОВ А.Ю.

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ОБЪЕМОВ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ СТРУКТУР ГЛАЗНОГО ДНА НА ОСНОВЕ ПРОСТРАНСТВЕННОЙ РЕКОНСТРУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Проблема болезней глаз и его придаточного аппарата является актуальной уже долгие годы. По данным Всемирной Организации Здравоохранения, во всем мире насчитывается не менее 2,2 млрд случаев нарушения зрения или слепоты [1]. Весомый вклад в данную статистику вносят такие заболевания, как диабетическая ретинопатия (ДР) и возрастная макулярная дегенерация (ВМД), являющиеся главной причиной потери зрения во многих странах [2]. При лечении данных заболеваний важную роль играет ОКТ (оптическая когерентная томография) глазного дна, включая количественную оценку объемов таких патологических признаков, как интраретинальные кисты и субретинальная жидкость.

Вместе с этим, все более широкое распространение получают системы с применением технологий искусственного интеллекта, которые позволяют автоматизировать диагностику заболеваний глазного дна, в том числе и оценку объемов патологических структур [3]. Главной проблемой при создании подобных систем является невозможность измерить фактический объем, и, как следствие, невозможность оценить точность разрабатываемого алгоритма.

Решением проблемы может стать подход, при котором в качестве валидационного датасета будет использоваться база синтетических B-сканов ОКТ, содержащая информацию о фактических значениях объемов патологических структур. Формирование синтетических данных происходит при помощи разработанного алгоритма генерации синтетических B-сканов ОКТ на основе масок признаков. Маски признаков формируются на основе модели патологической структуры, содержащей в себе истинное значение объема. Использование такого подхода позволит рассчитать точность работы и выбрать наиболее подходящий алгоритм расчета.

В рамках данной работы обучена модель нейронной сети для сегментации двух классов патологий глазного дна: интраретинальные кисты и субретинальная жидкость. Точность сегментации каждого из классов составила 90%. Также подготовлено несколько решений по расчету объемов признаков патологий на основе последовательностей B-сканов ОКТ.

Разработанные алгоритмы позволят провести сравнительный анализ и выбор наиболее подходящего алгоритма расчета объемов патологий на основе последовательностей B-сканов ОКТ. В дальнейшем разработанный прототип может стать важным автоматизированным инструментом диагностики пациентов с диабетическим макулярным отеком и возрастной макулярной дегенерацией, которые получают терапию ингибиторами ангиогенеза (VEGF). Количественная оценка объемов патологических признаков (интраретинальная жидкость, субретинальная жидкость) позволит корректнее осуществлять ведение пациента и его лечение. Дальнейшее использование синтетических B-сканов ОКТ может обеспечить наличие сканов с редко встречающимися патологиями, что позволит расширить обучающую выборку при обучении нейросетевых алгоритмов.

Библиографический список

1. World report on vision/ World Health Organization – 2019 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/328717/9789241516570-eng.pdf
2. Ивахненко О.И., Нероев В.В., Зайцева О.В. Возрастная макулярная дегенерация и диабетическое поражение глаз. Социально-экономические аспекты заболеваемости. Вестник офтальмологии. 2021;137(1):123 129.
Ivakhnenko OI, Neroev VV, Zaytseva OV. Age-related macular degeneration and diabetic eye lesion. Socio-economic aspects. Russian Annals of Ophthalmology. 2021;137(1):123 129. (In Russ.)
https://doi.org/10.17116/oftalma2021137011123
3. Каталевская Е.А., Каталевский Д.Ю., Тюриков М.И., Велиева И.А., Большунов А.В. Перспективы использования искусственного интеллекта в диагностике и лечении заболеваний сетчатки. Клиническая офтальмология. 2022;22(1):36-43. DOI: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-36-43.

УДК 681.5

МАЙОРОВ А.В, МАЛОВ Д.С, ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

МОБИЛЬНЫЙ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС ПО ПЕРЕРАБОТКЕ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАССЫ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

За последние годы объем производства пластика значительно вырос. В результате этого количество пластиковых отходов значительно увеличилось. Хотя пластик активно сортируется, на данный момент в нашей стране 87% утилизированного пластика отправляется на захоронение, 10% пластиковых отходов сжигается и лишь 3% отправляется на переработку и превращается в изделия более низкого качества.

В последнее время аддитивные технологии играют важную роль в промышленности. С их помощью создаются уникальные изделия от упаковок и 3D печати до медицинского оборудования и электроники, поэтому создание сырья из переработанного пластика – важное направление развития. Основной ресурсов при использовании аддитивных технологий - филамент для 3D принтера. Как показывает статистика, именно создание нити для 3D принтера – дорогостоящий процесс, поэтому упрощение и, как следствие, удешевление этого процесса является перспективным направлением развития технологий переработки вторсырья.

Одно из возможных решений проблемы переработки пластика – создание мобильного многофункционального комплекса по переработке пластиковых отходов с числовым программным управлением, работающим по следующему принципу: через воронку измельчен-

ное сырье поступает в зону нагрева, состоящей из трубы и двух кольцевых электронагревателей и шнека, вращение которого обеспечивает шаговый двигатель. В зоне нагрева твердое сырье переходит в жидкую массу. Для возможности штамповать различные изделия жидкий пластик должен под давлением выдавливаться в зону смыкания, реализуется это с помощью возвратно-поступательного движения шнека за счет двух линейных акутаторов.

За счет такой конструкции (рис.1) удалось существенно уменьшить габаритные размеры и вес установки, что позволит устанавливать ТПА на обычной парте и не потребуетбольших усилий для перемещения. Также, благодаря интуитивно понятному интерфейсу за ТПА может работать любой человек, предварительно ознакомившийся с руководством поэксплуатации. Стоит также отметить, что наш проект потребляет на 60% меньше электроэнергии, нежели другие мини-ТПА.

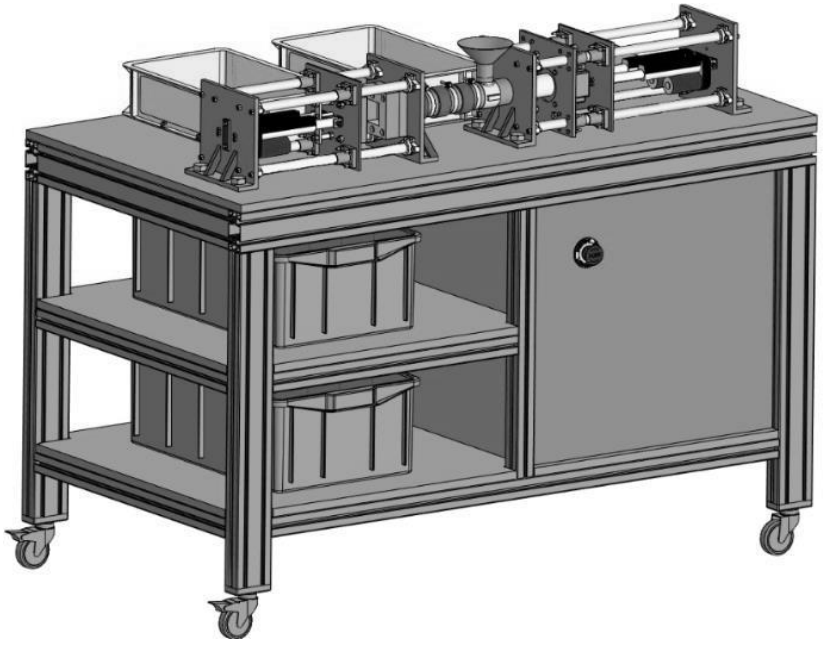


Рис. 1. Мобильный комплекс по переработке вторсырья

1.Тимофеева О. С., Яблочников Е.И., Технологическая подготовка цифрового производства изделий из термопластичных полимерных материалов. - Спб: Университет ИТМО, 2020. - 86с.

УДК 658.589, 681.5

МЕДВЕДИЦЫНА Н.В., ХОХЛОВ С.В., ФЕДОСОВА Л.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ УЗЛОВ УСТАНОВКИ ДЛЯ МИКРОСВАРКИ МИКРОСХЕМ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время в промышленности активно используются автоматизированные системы при производстве микросхем. Среди них можно выделить группу оборудования для микросварки микросхем, которые должны обладать следующими характеристиками: быстрая скорость и высокая производительность, чтобы быстро реагировать на изменение внешних условий и обеспечить эффективную работу системы, высокая точность и надежность, чтобы гарантировать стабильную производительность системы, эргономичность и удобство ис-

пользования - модули должны быть удобны в установке, настройке и обслуживании, чтобы обеспечить удобство и эффективность работы операторов.

Улучшить ключевые характеристики устаревшего оборудования для микросварки можно посредством модернизации отдельных узлов оборудования (рис. 1).

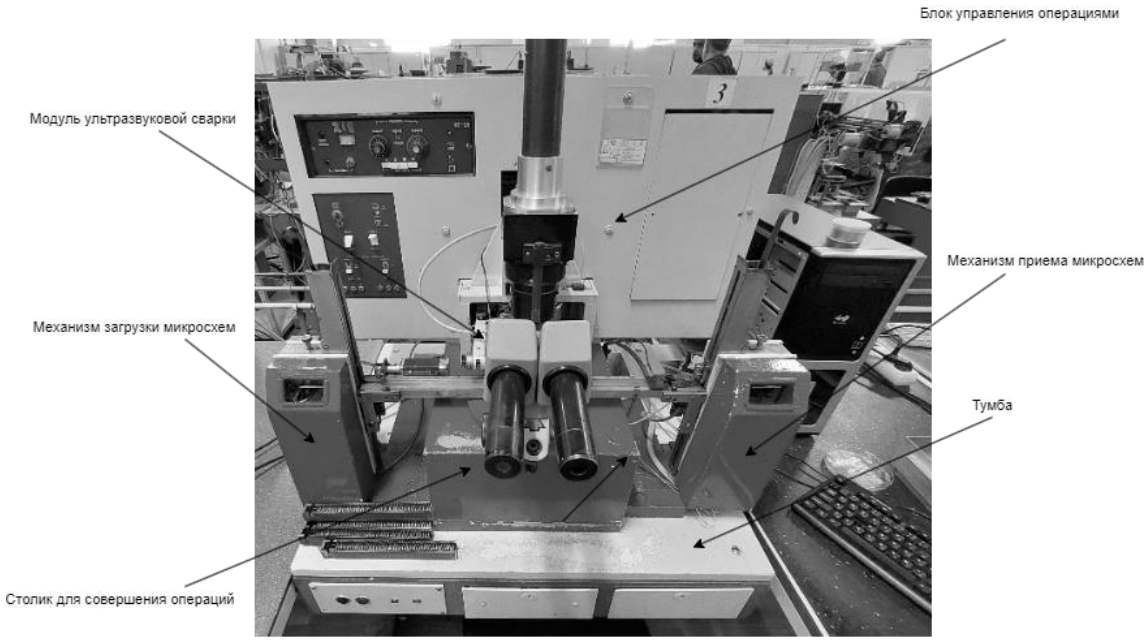


Рис. 1. Общий вид установки для микросварки микросхем

Для выявления проблемных зон данную установку целесообразно разделить на основные части: тумба, механизмы загрузки и приема микросхем, модуль ультразвуковой сварки, столик для совершения манипуляций с микросхемой, блок для управления пневматической системой, блок управления операциями.

При рассмотрении модуля ультразвуковой сварки был выявлен недостаток в виде кинематической схемы передачи движения от двигателя к сварочному инструменту, в которой использовались: эксцентрик для поднятия державки инструмента, шкивы с проволокой для приведения в движение эксцентрика. Данный модуль имеет невысокую точность из-за накопления погрешностей кинематических пар в процессе передачи движения, а также недостаточную надежность в связи с использованием незащищенных от внешней среды важных узлов конструкции. В ходе модернизации была спроектирована конструкция, которая лишена данных недостатков: с помощью разнесения пар кинематического движения на разные центры, а также использования электромагнитов для передачи движения была увеличена точность и скорость работы системы. Также при изменении конструкции отпала необходимость в использовании открытых передач.

Таким образом, в ходе модернизации отдельных узлов установки для микросварки микросхем повысилась надежность, точность работы, а также удобство и доступность обслуживания модулей системы.

Библиографический список

1. Петухов, И.Б. Технология и оборудование микросварки в производстве изделий электронной техники / И.Б. Петухов, В.Л. Ланин, В.А. Емельянов. – Минск: Интегралполиграф, 2021. – 164 с.
2. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.: ил.

УДК 621.7.067

ПОРФИРЬЕВА А.Н., ЗОЛОТОВ А.В., ФЕДОСОВА Л.О.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДВИЖЕНИЯ БПТС ВНУТРИ ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПОМЕЩЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компания Горьковского Автомобильного Завода впервые на международной выставке коммерческих автомобилей «COMTRANS 2023» представила автономную транспортную платформу AMR (Autonomous Mobile Robot) NEOS [1]. На тот момент уже многие поставщики предоставляли свои модели складских роботов, однако разрабатывать их полностью автономными стали сравнительно недавно. У данной модели платформы имеется ряд конструктивных и аппаратных преимуществ.

Например, мобильность платформы увеличивается за счёт симметричности корпуса спереди и сзади, также все четыре колеса являются поворотными, тем самым добавляя манёвренности в ограниченном пространстве. Автономность платформы обеспечивается за счёт сенсоров, установленных на ней и представленных на рис. 1.

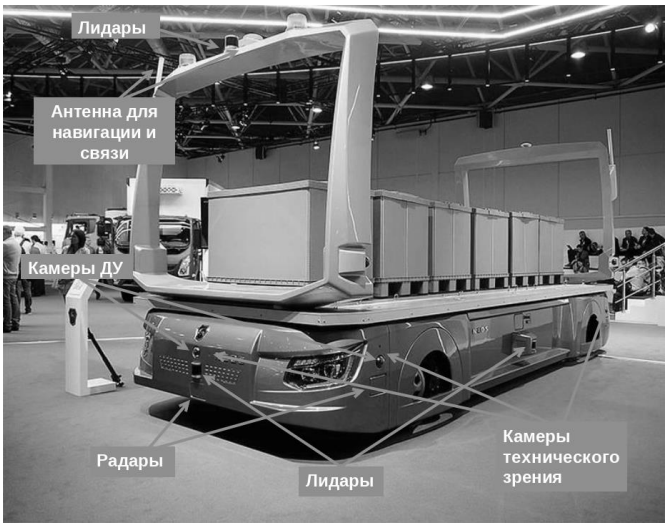


Рис. 1

В связи с тем, что проект осуществляется поэтапно после разработки и практической реализации концепции, инженеры поставили перед собой задачу расширения функционала. Автомобиль решает вопросы межцехового перемещения и соответственно возникает потребность совершать выгрузку внутри цеха, при заезде в который сигнал GPS пропадает. Актуальной проблемой является движение платформы в помещении по заданной траектории. Наиболее часто применяемыми способами перемещения являются: QR-код метки, магнитная лента, лазерная навигация и т.д. [2]. Для задачи ориентирования в цеху было принято решение остановиться на оптической навигации, так как данный метод отличается своей гибкостью в условиях предприятия. Основным преимуществом направляющей полосы является то, что она не требует дополнительных работ по установке, так как при необходимости платформа сможет перемещаться по разметке, предназначенной для ориентирования внутри цеха другого транспорта. А также имеется высокий уровень коллаборативности в работе с человеком. С точки зрения информирования разметка дает понять персоналу, что по данной полосе проезжает беспилотное транспортное средство.

Библиографический список

1. COMTRANS 2023 | Выставка коммерческих автомобилей [Электронный ресурс] / Режим доступа: shttps://www.expocentr.ru/ru/events/gostevye-vystavki/comtrans/, - свободный. - Загл с экрана (Дата обращения: 25.04.2024).
2. Литвинович А.Н., Голуб В.М., Чучко А.В. УДК 621.7.067. Беспилотные транспортные средства AGV: конструктивные особенности, сферы применения, рекомендации для мясопереработки - 2022. / Брестский государственный технический университет; ООО «Машиностроителей предприятия «Компо».

УДК: 007.52

СУРКОВ А. Д.

РАЗРАБОТКА УЗЛОВ ЭКЗОСКЕЛЕТА, НАСТРАИВАЕМОГО ПОД ПАРАМЕТРЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Экзоскелет относится к медицинской технике, в частности, применяется для реабилитации пациентов с ограничениями или полной потерей движения или ощущения нижних конечностей в лечебных, профилактических учреждениях, а также вне стационара для тренировки и восстановления движений, в частности, за счет адаптации частей экзоскелета к различным вариантам особенностей строения тела пациента.

При использовании экзоскелетов возникает задача регулирования параметров элементов экзоскелета в зависимости от индивидуальных особенностей строения тела пациента. Это актуально в лечебных и реабилитационных учреждениях как при использовании одного аппарата для нескольких пациентов, так и при изменениях в строении тела пациента в связи с позитивными результатами реабилитационных мероприятий. Кроме того, пациенты с различными диагнозами и повреждениями нуждаются в различной регулировке экзоскелета, в частности, необходимо регулирование в соответствии с шириной и толщиной таза пациента, длиной и обхватом конечности, углом наклона стопы и т.п.

Комплекс совершает движения, адаптированные под конкретного пациента: сидение, стояние, вставание, приседание, ходьба, подъем и спуск по лестнице и преодоление незначительных препятствий без посторонней помощи, опираясь руками на костыли, ходунки или брусья.

Реабилитация с использованием данного комплекса увеличивает скорость ходьбы (для пациентов с частичными нарушениями), уменьшает спастику, увеличивает чувствительность и мышечную массу нижних конечностей, восстанавливает нейромышечную связь и уменьшает нейропатические боли.

Основой разрабатываемого комплекса является электромеханический ортез нижних конечностей (экзоскелет), который состоит из поясничного модуля и двух роботизированных конечностей (левой и правой). В состав каждой роботизированной конечности входят тазобедренный, коленный модули и узел стопы.

Тазобедренный модуль предназначен для удерживания и перемещения бедренной части ноги пациента в сагиттальной плоскости движения.

Коленный модуль предназначен для удерживания и перемещения голени и стопы ноги в сагиттальной плоскости движения пациента.

Узел стопы крепится к коленному модулю и выполняет функцию подвижной опоры конечности пациента.

В ходе работы разрабатывались решения для правильного функционирования каждого узла экзоскелета, что позволило расширить диапазон движения тазобедренного, коленного модулей и узла стопы, что, в свою очередь, обеспечит уменьшение времени реабилитации пациентов. Кроме того модернизация печатных плат, кабелей и подсборок обеспечит более компактную реализацию сборки изделия и повысит надежность его работы. Результатом работы является КД на экзоскелет, а в частности создание сборочных чертежей и спецификаций, электрических схем и перечней элементов.

Библиографический список

1. Патент № 220271. Экзоскелет: опубл. 05.09.2023 / Е.А.Смуров, М.В.Краснов, А.А.Алипов; патентообл. ООО НПФ «Реабилитационные технологии». – 11 с.
2. ГОСТ Р 50444-92 «Приборы, аппараты и оборудование медицинские. Общие технические условия».
3. ГОСТ Р МЭК 60601-1-2-2014 «Изделия медицинские электрические. Часть 1-2. Общие требования безопасности. Электромагнитная совместимость. Требования и методы испытаний».

УДК 62-97

ТЯБИНА Н.В., СИЗОВ А.Ю.

УПРАВЛЕНИЕ МЕХАНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ИЗДЕЛИЯ ИЗ PA-12, ИЗГОТОВЛЕННОГО МЕТОДОМ ПОСЛОЙНОЙ ПЕЧАТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное машиностроение все чаще взаимодействует с такой наукой, как робототехника, которая обеспечивает автоматизацию процесса производства изделий и помогает развивать всю машиностроительную отрасль. Увеличивается применение промышленных роботов в производстве, обеспечивающих повышение эффективности производства и снижение затрат. Есть также обратная связь – применение роботов позволяет увеличивать рост новых технологий в проектировании роботов. Машиностроение играет важную роль в разработке и тестировании новых материалов, которые затем могут быть использованы в робототехнике. Методы применения этих материалов также постоянно меняются и дополняются новыми, процессы изготовления деталей постоянно совершенствуются. Так, например, применяются альтернативные методы изготовления деталей более быстрыми и менее затратными способами. Одним из таких альтернативных вариантов является 3D-печать.

Существует множество методов 3D-печати, в своей работе я хочу рассмотреть FDM-печать, так как это наиболее широко используемая технология 3D-печати. Благодаря низкой стоимости и высокому уровню функциональных возможностей FDM-принтеры и расходные материалы для них в настоящее время являются наиболее востребованными на рынке аддитивных технологий.

Свойства деталей при печати из простых пластиков данным методом уже давно изучены и потому широко распространены для прототипирования и макетирования различных изделий [1]. Поэтому в своей работе я планирую изучить свойства инженерных пластиков изделия, изготовленного методом послойной 3D-печати [2].

Для этой задачи был выбран материал PA-12 или Полиамид 12. Планируется изучить свойства данного материала и установить зависимость их изменения при печати методом по-

слойного наслоения в различных режимах работы 3D-принтера. По полученным данным будет выявлена зависимость и определена её целевая функция.

Полученные данные можно использовать для создания алгоритма с целью подбора оптимальных параметров печати, исходя из применения напечатанных изделий.

Библиографический список

1. Кондрашов С.В. Пыхтин А.А. Ларионов С.А. Сорокин А.Е. Влияние технологических режимов FDM-печати и состава используемых материалов на физико-механические характеристики FDM-моделей (обзор) // Труды ВИАМ. - 2019. - №10. - С. 34-45.
2. Давидчук Виктор Александрович Методика проведения испытаний на растяжение изделий, изготовленных при помощи аддитивной технологии // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. - 2022. - №6. - С. 233-237.

УДК 004.896

ФОМКИН И.В., ПИЧУГИН Е.А., СИЗОВ А.Ю.

БИОТЕХНИЧЕСКАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РОБОТОМ-МАНИПУЛЯТОРОМ С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОСЕТЕВЫХ АЛГОРИТМОВ НА ПЛАТФОРМЕ ROS2

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стремительно развивающаяся современная робототехника в последние годы становится все более требовательной к сложности и эффективности систем управления роботами. Обусловлено это тем, что современные роботы выполняются все больше разнообразных задач, начиная от промышленной автоматизации и медицинских операций до автономных автомобилей и дронов. Эффективное управление такими системами требует глубокого понимания и интеграции различных аспектов, таких как механика, электроника, программное обеспечение и искусственный интеллект, благодаря которому мы можем говорить о создании автономных роботов, способных принимать решения без постоянного участия оператора.

Однако важной задачей при создании автономных роботов становится создание системы обучения роботов. Необходимо подчеркнуть, что данная система должна обладать высокой точностью и адаптивностью к изменяющимся условиям окружающей среды и требованиям человека. В текущее время высокую адаптивность системы можно обеспечить с помощью применения нейросетевых алгоритмов, позволяющих в режиме реального времени анализировать окружающую среду и выбирать оптимальный алгоритм поведения робота. Разработка такой системы управления предполагает решение вопроса о взаимодействии робота с человеком.

Именно интеграция человеческого взаимодействия с машинным обучением открывает новые горизонты для создания интуитивно понятных и эффективных роботизированных систем. Исходя из этого был сделан вывод о необходимости создания биотехнической системы управления роботом с применением нейросетевых алгоритмов.

Поскольку данная система предусматривает взаимодействие с человеком, было решено в качестве модели для исследования выбрать коллаборативного робота модели ec612 [1]. Для реализации системы управления необходимо разработать модель нейросети, которая обучится на большом наборе данных, включающих в себя различные жесты и команды. Разработку системы управления можно разделить на несколько этапов, перечисленных далее.

- Обработка данных от камеры и руки человека. На данном этапе необходимо интегрировать камеру, которая будет фиксировать движения руки человека. Это может быть стереокамера, глубинная камера или обычная RGB-камера. Система должна уметь обрабатывать видеопоток с камеры, выделять руку человека и определять ее положение [2]. Для этого будут использованы методы компьютерного зрения, такие как детекция объектов, отслеживание движения и распознавание жестов. Нейросетевые алгоритмы, такие как сверхточные нейронные сети (CNN) могут быть обучены на большом наборе данных с размеченными жестами руки [3].
- Обучение нейросети. Модель обучается на данных с камеры, содержащих различные жесты, например кулак, махание и т.д. Обучение может происходить с помощью методов глубокого обучения, таких как обратное распространение ошибки.
- Интеграция с ROS2. Использование платформы ROS2 обусловлено тем, что данный фреймворк обеспечивает необходимую гибкость и масштабируемость системы, позволяя интегрировать разработанную модель в реальную рабочую среду [4].
- Тестирование и оптимизация. После разработки системы необходимо проверить точность, скорость обработки данных и стабильность работы. Для улучшения производительности и устранения ошибок может потребоваться оптимизация использованных алгоритмов.

Таким образом, разрабатываемая биотехническая система управления открывает новые возможности для управления роботами. Интеграция нейросетевых алгоритмов и платформы ROS2 позволяет достичь высокой точности и адаптивности в управлении, что делает систему перспективной в различных областях.

Библиографический список

1. EC612 // Elite Robots URL: https://www.eliterobots.com/cobots/ec612 (дата обращения: 20.04.2024г.).

2. Ван Вэньюэ, Сун Бисянь. Применение алгоритмы распознавания жестов для управления мобильного робота // StudNet. - 2022. - №5. - С. 4823-4834.

3. Базылев Д.Н., Попченко Ф.А., Ибраев Д.Д., Маргун А.А., Зименко К.А., Кремлев А.С. Траекторное управление шагающим роботом с использованием видеокамеры // Известия высших учебных заведений. Приборостроение. - 2017. - №9. - С. 875-881.

4. Сун Бисянь, Ван Вэньюэ. Система управления коллаборативным роботом на основе ROS // StudNet. - 2022. - №5. - С. 4807-4822.

УДК 004.896

ШАКИН Д.А. ГОЛИЧНИКОВ Д.А.

ПРОБЛЕМЫ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ РЕЧИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС НА ПРОИЗВОДСТВЕ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В современном мире автоматизация процессов являются неотъемлемой частью различных отраслей промышленности. На производстве существенную часть времени от технологической операции занимает процесс настройки оборудования, что ведет к увеличению времени простоя и соответственно уменьшению эффективности производства. Учитывая существующие тенденции импортозамещения, встаёт актуальная задача разработки автономной системы распознавания речи для управления технологическим оборудованием, которая позволяет интуитивно-понятно производить настройку оборудования.

При внедрении системы распознавания речи в технологический процесс возникает необходимость учитывать такие факторы как:

– работа системы в условиях ограниченного доступа к сети интернет;
– работа системы в условиях высокого уровня фонового шума.

Для решения первой проблемы можно использовать следующие способы.

1. Локальная обработка речи: разработка алгоритмов и программного обеспечения, которые позволяют обрабатывать речевые данные непосредственно на устройстве пользователя;
2. Обработка речи на внутреннем сервере: использование технологий сжатия данных, кэширования и оптимизации передачи информации между устройством пользователя и внутреннем сервером распознавания речи.

Для решения проблемы связанного с работой системы высокого уровня фонового шума существуют следующие способы.

1. Использование алгоритмов фильтрации шума: разработка специализированных методы и фильтров, которые позволяют выделять и уменьшать влияние фонового шума на распознавание речи.
2. Использование направленных микрофонов: установка микрофонов, способных фокусировать на запись звука исключительно с определенного источника, что позволяет снизить воздействие фонового шума.
3. Обучение моделей на данных с шумом: использование специальных обучающих наборов данных, которые содержат различные типы фонового шума, для обучения моделей распознавания речи на более реалистичных условиях.

На основе проведенного анализа для автономной интеллектуальной системы распознавания речи необходимо разработать комплексный метод, основанный на применение аппаратных и программных средств. В целом, система распознавания голоса имеет огромный потенциал для применения в промышленности и может стать новой вехой в развитии современного производства.

Библиографический список

1. Ле, Нгуен Виен. Предварительная обработка речевых сигналов для системы распознавания речи / Нгуен Виен Ле, Д. П. Панченко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2011. — № 5 (28). — Т. 1. — С. 74-76. — URL: https://moluch.ru/archive/28/3171/
2. Фролов, А.В. Синтез и распознавание речи. Современные решения. / А.В. Фролов, Г.В. Фролов. - 186 с.

УДК 004.896

ШИКОВА А.А., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОБЛАЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ЕДИНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ПРОСТРАНСТВА ЛАБОРАТОРНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ СТЕНДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из тенденций развития современной отечественной промышленности является импортозамещение. Оно заключается в переоснащении предприятий современным отечественным оборудованием, поскольку техническое обслуживание старого оборудования сейчас затруднено, а гарантийное обслуживание, комплектующие и поддержка отсутствуют.

Важной составляющей в развитии отечественных производств являются вложения в науку и образование. Первостепенную роль в подготовке молодых специалистов играют учебные стенды, поскольку именно они дают студентам понимание принципов работы про-

мышленного оборудования и обучают студентов работать с ним. Одной из задач, стоящих сейчас перед вузами, является переоснащение учебных стендов современным отечественным оборудованием, которое используется на производстве.

Еще одной тенденцией в развитии современных производств является использование облачных технологий, поскольку они позволяют удаленно контролировать ход технологического процесса, управлять им, а также экстренно реагировать на возникающие аварийные ситуации.

С использованием облачных технологий на предприятии создается единый комплекс для контроля и управления всем комплексом технологического оборудования. Следовательно, аналогичную систему организации доступа к оборудованию необходимо создавать и в учебном процессе для приобретения студентами навыков работы с ней.

Одним из наиболее востребованных на сегодняшний день является промышленное оборудование компании «ОВЕН». Одним из продуктов данной компании является облачный сервис OwenCloud. Пример организации работы автоматизированной системы управления технологическими процессами (АСУ ТП) с использованием облачного сервиса OwenCloud представлена на рис. 1.

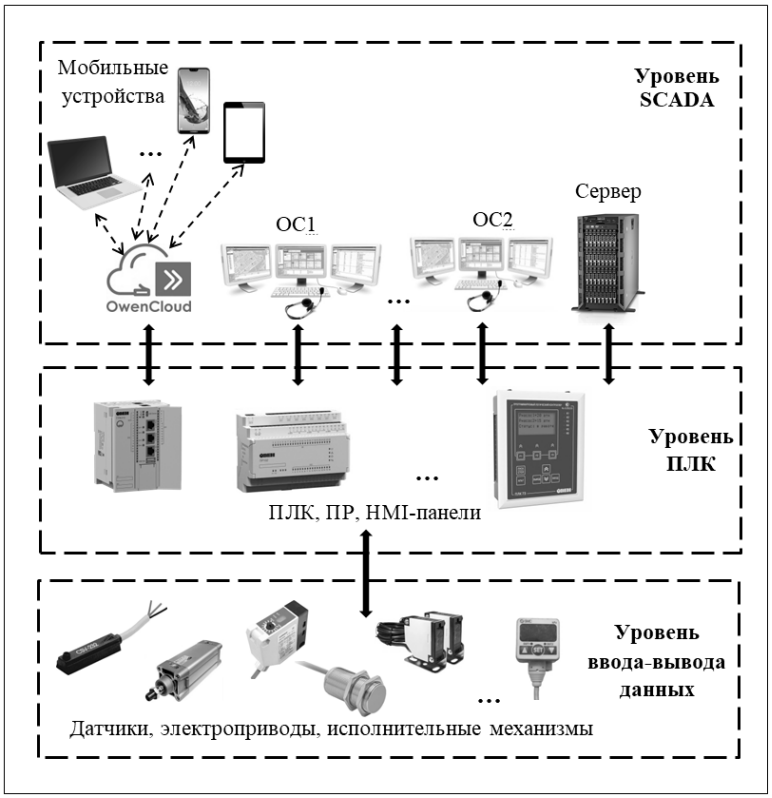


Рис. 1. Схема АСУ ТП с использованием облачного сервиса OwenCloud:
ПЛК – программируемый логический контроллер, ПР – программируемое реле, ОС – операторская станция

Используя данный облачный сервис, можно объединять оборудование в единую систему для управления и удаленного доступа к нему [1]. Она может использоваться для обучения студентов и представляет собой макет системы управления, использующейся на предприятиях.

---

1. ОВЕН OwenCloud. Облачный сервис. Руководство пользователя. – Текст : электронный // ОВЕН Оборудование для автоматизации : [сайт]. – 2024. – URL: https://owen.ru/owencloud (дата обращения : 16.04.2024).

УДК 681.5

ЯКУШЕВ А.Д., ВОРОНИН К.А., ЗОЛОТОВ А.В.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОТВЕРСТИЙ ЛОНЖЕРОНОВ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время использование автоматизированных систем управления в производственных процессах играет ключевую роль в развитии предприятия. Внедрение таких систем позволяет минимизировать участие человека в производственных процессах, что в свою очередь увеличивает производительность и повышает качество выпускаемой продукции. Такая задача возникла при изготовлении лонжеронов в прессово-рамном производстве на Горьковском автозаводе.

Необходимость применения автоматизации в технологическом комплексе состоит в том, что распознаванием дефектов на лонжеронах должен заниматься не человек, а система технического зрения. По этой причине в состав производственного участка должны входить: система удаления излишней смазки, зона контроля отверстий лонжеронов с помощью системы технического зрения, рабочая зона оператора.

В процессе работы прессового механизма используется большое количество смазки, которая впоследствии должна удаляться с поверхности лонжерона для корректного функционирования системы технического зрения. Эту задачу решает система удаления смазки (рис. 1, *в*). При попадании лонжерона в зону срабатывает датчик, который подаёт сигнал на подачу сжатого воздуха в нож.

Затем лонжерон попадает в зону контроля (рис. 1, *б*). Она должна состоять из нескольких камер, стойки и устройств для искусственного освещения лонжеронов в области контроля и датчика наличия детали. В такой конструкции используются подвижные каретки, позволяющие перемещать камеры.

В рабочей зоне оператора (рис.1, *а*) находится шкаф управления, отвечающий за контроль и работу производственной линии. Основным его компонентом является программируемый логический контроллер (ПЛК), принимающий и обрабатывающий входящий сигнал с датчиков и СТЗ. ПЛК после обработки информации подаёт сигнал на исполнительные устройства. Также в шкафе управления находится ПК, необходимый для функционирования СТЗ и обработки результатов поиска дефектов лонжеронов.

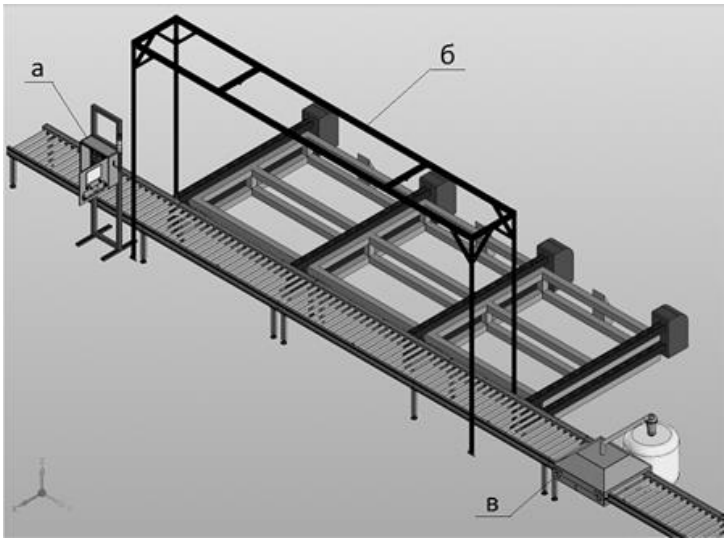


Рис.1 Технический комплекс: а – зона оператора, б – зона контроля, в – зона удаления смазки

Автоматизация процесса контроля лонжеронов в прессово-рамном производстве позволит сократить количество бракованной продукции и снизить влияние человека на производственный процесс.

Библиографический список

1. Иванов А.А. Автоматизация технологических процессов и производств : учебное пособие / А. А. Иванов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Форум : Инфра-М, 2023. — 223 с. — (Высшее образование — Бакалавриат).
2. Иванов А.А. Основы робототехники: учеб. пособие /А.А.Иванов; НГТУ им. Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2011. – 200 с.
3. И. А. Елизаров, П. В. Балабанов, В. Н. Назаров, А. А. Третьяков, В. А. Погонин Программирование контроллеров для АСУ и мехатронных систем [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. А. Елизаров, П. В. Балабанов, В. Н. Назаров, А. А. Третьяков, В. А. Погонин. – Тамбов : ТГТУ, 2022. — 80 с. — ISBN 978-5-8265-2501-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/355187

УДК 004.896

ГОЛУБЕВ М.В., ОКУНЕВ А.В., ГОЛУБЕВА М.В.

ПРИМЕНЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ ДАТЧИКОВ ДЛЯ НАВИГАЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Беспилотных летательных аппаратов (БПЛА), которые используются в различных сферах деятельности человека (аэрологистика, сельское хозяйство, геодезия, картография, мониторинг объектов), становится больше с каждым годом. Текущий объем производства БПЛА в России составляет 6 тысяч единиц, согласно опросу производителей АО "ГТЛК" в марте-апреле 2023 года.

Для ориентирования БПЛА и удержания высоты в помещении и условиях ограниченного пространства используются различные датчики такие как: барометрические, ультразвуковые, датчики визуального позиционирования, GPS. Существующие системы, использующие ультразвуковые датчики, определяют только максимальное и минимальное расстояние до препятствия, которые попадают в область действия датчика и не позволяют детектировать контур поверхности препятствия. В расчет не принимаются поздние многочисленные мультиотражения звукового импульса, отображающие пики на амплитудно-временной диаграмме [1]. Предлагаемое решение обеспечивает получение более детальной информации о конфигурации препятствия вокруг беспилотного летального аппарата.

Создание системы, состоящей из программного обеспечения и аппаратной реализации ультразвукового датчика предназначенного для установки на беспилотный летальный аппарат в целях обеспечения безопасного и безаварийного движения в ограниченном пространстве. Система позволит строить контур препятствий на расстоянии до 7 метров. Планируется адаптировать уже имеющеюся программное обеспечения для применения на летальном аппарате, интегрировать ультразвуковой модуль в конструкцию летательного аппарата. Предлагаемая технология основана на создании нейросетевой модели, которая восстанавливает карту препятствий на основе мультиотражения ультразвукового сигнала, которая оптимизирована для запуска на энергоэффективных вычислителях [2].

В ходе работы над проектом был создан экспериментальный стенд для сбора обучающих и тестовых данных, который включал себя три ультразвуковых датчика. Все три датчика использовались в качестве приемника, а один из датчиков еще и как излучатель. В результате обучения самые стабильные и близкие показатели качества показала модель классификаторов, предсказывающих матрицы занятости с избыточной разметкой и предсказывающих двоичные представления величин расстояний до препятствий [2]. Показатели точности при данном обучении составили 96.59 %, коэффициент MAE при этом составил 36-39 см. В настоящее время ведутся работы по доработке программного обеспечена и внедрения его в систему управления беспилотного летального аппарат с проведением дальнейших испытаний ультразвукового датчика.

Библиографический список

1. Dokmanić I. et al. Acoustic echoes reveal room shape //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2013. – Т. 110. – №. 30. – С. 12186-12191.
2. Окунев А.В., Анисимов П.А., Колобов М.А. «Разработка интеллектуального сенсора построения карты препятствий на основе мультиотражения ультразвукового сигнал с применением нейросетевых технологий» - Нижний Новгород: XXVIII Нижегородская сессия молодых ученых (гуманитарные, технические, естественные науки), 2023. – 223-232 с.

СЕКЦИЯ 4

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМЛЕКСЫ

Подсекция 4.1

Конструирование наземных транспортных средств

УДК 629.1

ГРУШИН Ю.В.

ПОВЫШЕНИЕ РЕСУРСА РОТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Роторно-поршневой двигатель (РПД) — это класс тепловых двигателей, объединённых типом движения рабочего элемента, или ротора. В частном случае такого устройства можно выделить роторные двигатели внутреннего сгорания.

Такой тип двигателя не нуждается в элементах, которые преобразуют поступательные движения во вращательные. Соответственно, при работе роторного ДВС значительно меньше потерь, нежели поршневого, весь отсутствует промежуточное звено, такое как коленчатый вал (рис.1). На первый взгляд, этот агрегат отлично решает поставленную перед ним задачу и имеет более высокий КПД. Однако такая конструкция не получила большого распространения.

Для разработки нужны точные расчёты, ведь при трении - металл в результате нагрева расширяется. Точные расчёты позволяют сохранить компрессию и КПД.В процессе работы такой двигатель имеет склонность к перегревам, чем и уступает поршневым ДВС. Из-за конструкции самого устройства зоны нагрева распределены неравномерно, поскольку в камере сгорания температура выше, чем в камере впуска-выпуска. Следовательно, и цилиндр нагревается неравномерно.

Для устранения такого дефекта конструкции необходимо в процессе производства цилиндра использовать различные материалы. Износостойкость у данного типа значительно ниже, чем у поршневых ДВС, так как роторный работает на больших оборотах. Из-за больших оборотов значительно увеличивается расход топлива и масла. Поскольку в процессе работы роторного ДВС топливо не успевает полностью сгореть, выхлопные газы являются более токсичными, нежели у поршневого.

Для увеличения ресурса РПД можно добавить в конструкцию медные катушки, для преобразования из обычного ДВС в гибридный агрегат за счет того, что двигатель будет одновременно бензиновым и электрическим.

Для придания свойств электромотора нужно добавит медную катушку в цилиндрический корпус(рис.2) и ротор, которые соответственно будут являться статором и ротором.

Данные изменения позволят сократить количество навесного оборудования, таких как стартер и генератор, что приводит к большей компактности агрегата и снижению массы.

Уменьшение расхода топлива, за счет комбинирования источников питания или временный полный переход на электрическую запутку, что приводит к дополнительному снижению температуры бензиновой камеры и повышению ресурса всего двигателя.

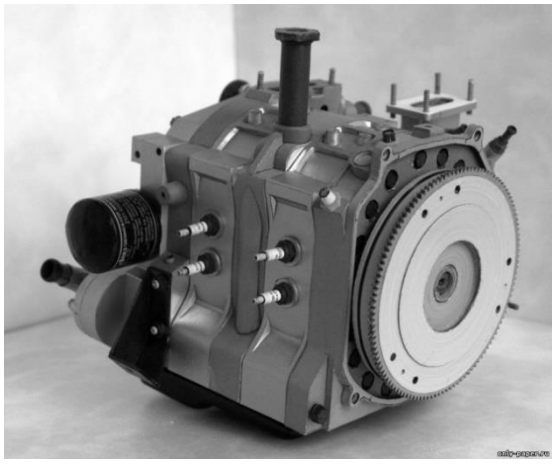


Рис.1 РПД, общий вид в сборе

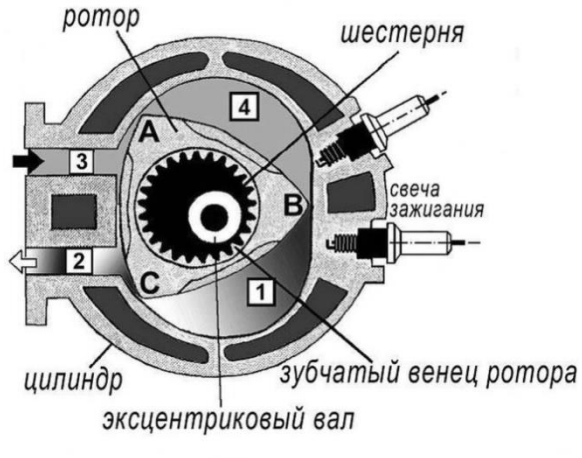


Рис.2. Схема агрегата

1.Роторный двигатель: принцип работы, устройство, недостатки и преимущества. [Электронный источник] URL: https://auto.rambler.ru/navigator/40402568-rotornyy-dvigatel-printsip-raboty-ustroystvo-nedostatki-i-preimuschestva-video/

УДК 629.034

КАРАСЕВА С.А., МАКАРОВ В.С., МАЛАХОВ Д.Ю., ЛЕПЕХИН И.В.

ТЕОРИЯ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОТОРНО-ВИНТОВОГО ДВИЖИТЕЛЯ СО СНЕЖНЫМ ПОКРОВОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При движении роторно-винтового движителя (РВД) вперед на него воздействуют несколько сил, из которых складывается общее сопротивление движению (см. рисунок 1): сила сопротивления сдвигу снега $P_{\text{сн}}$ (Н), осевая составляющая силы трения лопасти о снег $P_{\text{л.ос}}$ (Н) и осевая составляющая силы тяжести при движении по наклонной поверхности $P_{\text{т.ос}}$ (Н).

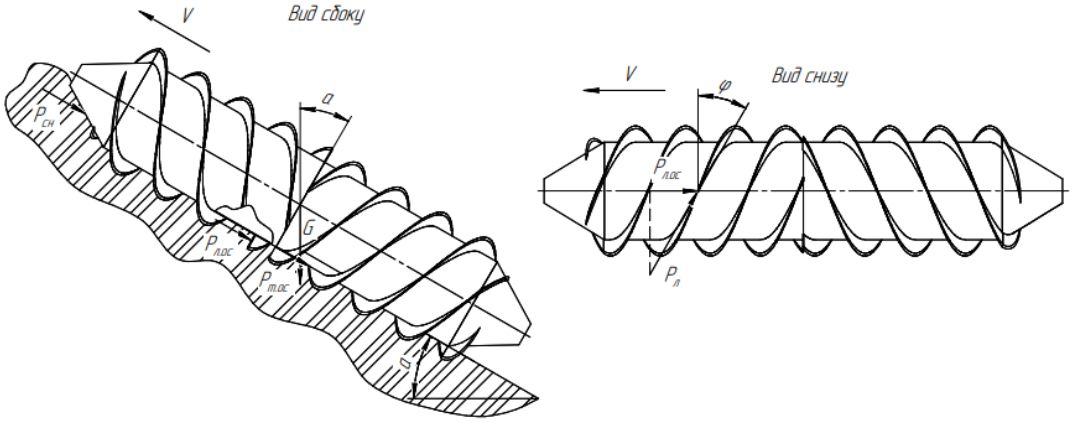


Рис. 1. Силы, действующие на РВД при взаимодействии со снежным покровом

Сила сопротивления сдвигу валика снега, образующегося перед головкой РВД, определяется аналогично силе сопротивления колееобразованию по формуле [1]

$$P_{\text{сн}} = \frac{k * B_{\text{экв}} * H_{\text{к}}{}^{\lambda+1}}{\lambda + 1},$$

где k – коэффициент пропорциональности; λ – показатель степени, характеризующий закон изменения сопротивления снега вдавливанию; $B_{\text{экв}}$ – ширина обода эквивалентного колеса, мм; $H_{\text{к}}$ – глубина колеи, мм.

Сила трения лопасти о грунт определяется по формуле

$$P_{\text{л}} = \mu * G,$$

где μ – коэффициент сопротивления трению; G – вес, приходящийся на РВД, Н.

Осевая составляющая силы трения лопасти равна

$$P_{\text{л.ос}} = P_{\text{л}} * \sin\varphi,$$

где φ – угол наклона винтовой лопасти, °.

Осевая составляющая силы тяжести равна

$$P_{\text{т.ос}} = G * \sin a,$$

где a – угол наклона опорной поверхности°.

1.Пирковский Ю.В. Теория движения полноприводного автомобиля (прикладные вопросы оптимизации конструкции шасси) / Пирковский Ю.В., Шухман С.Б. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001; Элит-2000, 2001. – 230 с.

УДК 629.3.01

КОЛИН А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКТИВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АВТОМОБИЛЯ НА РАСХОД ТОПЛИВА И ВЫБРОСЫ CO^2 В ЕЗДОВОМ ЦИКЛЕ NEDC

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Согласно Распоряжению Правительства РФ от 29 октября 2021 года №3052-р для автомобильной отрасли требуется повышение энергоэффективности и снижение выбросов CO^2. В странах Европейского союза автопроизводителям необходимо советовать установленным нормам по выбросам CO^2 согласно Правилам ЕС 2019/631. Значение установлено на весь парк автопроизводителя, причем предельное значение CO^2 снижается к 2025 и к 2030 годам для легкого коммерческого транспорта на 15% и 31% соответственно.

Таким образом, автопроизводителям требуется не только советовать нормам по выбросам, но и искать мероприятия по снижению выбросов.

Рассмотрим объект исследования ГАЗель NEXT и мероприятия по снижению расхода топлива и выбросов CO^2 для данного автомобиля. Методом углеродного баланса установляется связь между расходом топлива и выделяемыми выбросами CO^2, приводится в правилах ООН 101. Поиск перспективных путей модернизации автомобиля с целью повышения топливной невозможен без анализа литературы [1-3]. Проведение натурных испытаний дорогостоящая процедура, поэтому анализ необходимо проводить при помощи компьютерного моделирования. Посредством компьютерного моделирования было предложено оптимизировать аэродинамическую силу посредством применения обтекателя (спойлера) на крыше транспортного средства и оптимизировать силу сопротивления качения и силу сопротивления разгона, посредством применения более энергоэффективных шин. Данные направления вытекают из энергетических затрат, затрачиваемых на движение искомого транспортного средства. Ранее проведённые исследования доказали эффективность оптимизации передаточных чисел коробки переключения передач [3].

По результатам натурных испытаний действующего автомобиля с различными модернизациями было доказано следующее. Применение обтекателя в цикле NEDC приводит к снижению расхода топлива на 0,1 л/100 км и CO^2 на 0,6%. Применение энергоэффективных шин в цикле NEDC приводит к снижению расхода топлива на 0,56 л/100 км и CO^2 на 2,76%. Применение оптимизированной трансмиссии позволяет снизить расход топлива в цикле NEDC на 0,9 л/100 км и CO^2 на 6,7%.

Таким образом, достичь целевых показателей по выбросам CO^2 к 2030 году только за счёт оптимизации конструкции легкого коммерческого автомобиля не представляется возможным. Это обуславливает поиск альтернативных путей развития данной тематики. Одним из таких путей становится увеличение автотранспорта с низким углеродным следом.

Библиографический список

1. Валеев, Д. Х. Пути снижения расхода топлива грузовых автомобилей / Д. Х. Валеев, В. С. Карабцев // Механика машин, механизмов и материалов. – 2014. – № 4(29). – С. 33-39.
2. Евграфов, А. Н. Повышение топливной экономичности легкового автопоезда путем улучшения его обтекаемости / А. Н. Евграфов, Н. С. Кузовков // Известия Московского государственного индустриального университета. – 2010. – № 3(20). – С. 2-5.
3. Блохин, А. Н. Разработка методики поиска рациональных передаточных чисел трансмиссии с учетом эксплуатационных свойств и назначения автомобиля : специальность 05.05.03 "Колесные и гусеничные машины" : диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук / Блохин Александр Николаевич. – Нижний Новгород, 2006. – 251 с.

УДК 629.373.3

МАРТЫНЕНКО Н.С., ЕРМОЛАЕВ Я.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ И РЕАЛИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА АКТИВНОГО ПОЛУПРИЦЕПА АРКТИЧЕСКОГО АВТОПОЕЗДА

Московский государственный технический университет им. Н.Э.Баумана

За долгую историю автомобилестроения в России было разработано много моделей наземного транспорта, которые зарекомендовали себя в условиях заполярного бездорожья, но при этом и сейчас ведутся активные разработки новой техники [1]. Но не весь транспорт

способен использоваться для безопасной перевозки грузов к труднодоступным местам в районах Крайнего Севера. Тенденция к развитию электротранспорта и необходимость в специализированной колесной технике для реализации задач по добыче полезных ископаемых в Арктической зоне привели к разработке автопоезда повышенной проходимости, предназначенного для использования в сложных температурных условиях (до минус 50 °С). В состав автопоезда входит полуприцеп с возможностью активизации колес ведущих осей за счет использования тягового электродвигателя. Общий вид разработанного транспортного средства показан на рис. 1.

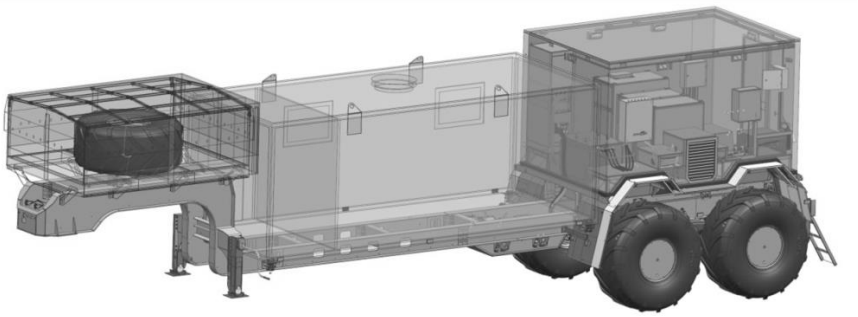
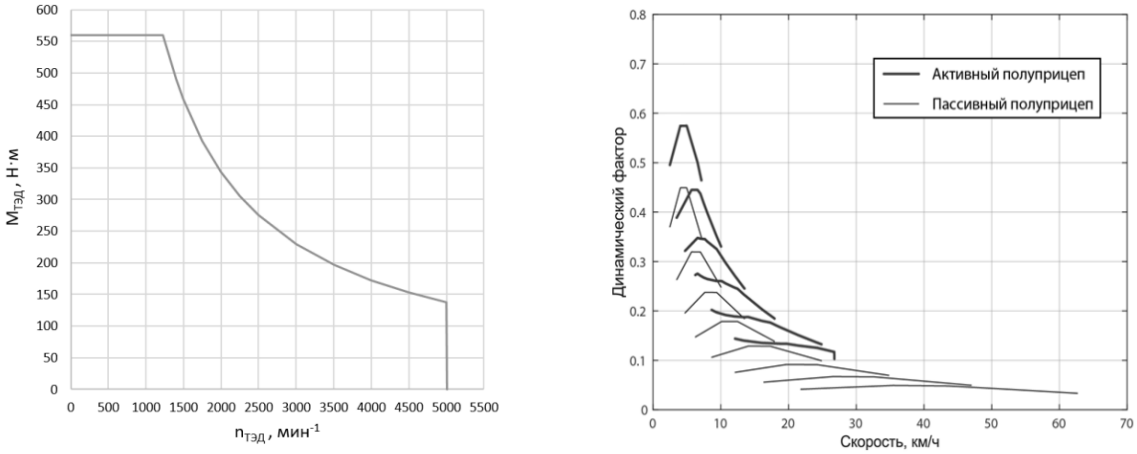


Рис. 1. Общий вид активного полуприцепа с функциональным модулем и технологическим отсеком

Для определения требуемых параметров тягового электропривода был выполнен тягово-динамический расчет [2,3], который позволил получить динамические характеристики автопоезда с активным и пассивным полуприцепом. Результаты представлены на рис. 2.



а б

Рис. 2. Результаты имитационного моделирования двухзвенного автопоезда: а – характеристика электродвигателя; б – динамическая характеристика автопоезда

В ходе выбора трансмиссии активного полуприцепа были сопоставлены варианты возможных технических решений, направленных на реализацию электропривода активного полуприцепа с описанием их преимуществ и недостатков, в итоге определена схема оптимизированного состава системы тягово-энергетического оборудования, которая принята за основу для разработки экспериментального образца. Представлены эксплуатационные характеристики и возможные режимы работы активного полуприцепа Арктического автопоезда.

Разработанный Арктический автопоезд с активным полуприцепом открывает новые возможности для решения транспортных задач в труднодоступных районах с отсутствующей

дорожной инфраструктурой, в том числе подвергшихся природным стихийным бедствиям или техногенным катастрофам.

Библиографический список

1. Котиев, Г. О. О необходимости создания производства специальной колёсной и гусеничной техники для эксплуатации в условиях арктической зоны РФ / Г. О. Котиев, А. С. Дьяков, С. А. Сологуб // Журнал автомобильных инженеров. – 2018. – № 4(111). – С. 27-29. – EDN VWHDIB.
2. Горелов В. А., Косицын Б. Б., Чудаков О. И. Многозвенные автопоезда. Динамика криволинейного движения: учебное пособие / Горелов В. А., Косицын Б. Б., Чудаков О. И.; МГТУ им. Н. Э. Баумана (национальный исследовательский ун-т). - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2021. - 97 с.: рис., табл. - Библиогр.: с. 83. - ISBN 978-5-7038-5796-0.
3. Ларин, В. В. Теория движения полноприводных колесных машин: учебник / В. В. Ларин. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. – 391.

УДК 55.43.03

ПАЛЛО М.Д.[1,2], КОДОЧИГОВ С.В.[1,2], МАКАРОВ В.С.[2]

БЫСТРОХОДНЫЕ ГУСЕНИЧНЫЕ МАШИНЫ ПЕРСПЕКТИВЫ И ПУТИ ИХ РАЗВИТИЯ

[1]ООО «Военно-инженерный центр»,
[2]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстроходная гусеничная машина (БГМ) – это гусеничное транспортное средство, как военного, так и гражданского назначения, двигающиеся по асфальту и твердым грунтам с минимальной скоростью не менее 70 км/ч и не менее 45 км/ч по средним и мягким грунтам.

В настоящее время к вновь разрабатываемым быстроходным гусеничным машинам (БГМ) как военного, так и гражданского назначения предъявляются всё более жесткие требования. Одним из таких требований является максимальная скорость движения на асфальте и средняя скорость по сухим грунтовым дорогам удовлетворительного состояния. Одновременно с этим требуется низкое (<0,45 кгс/м²) среднее удельное на грунт. Возрастание скоростного режима гусеничных машин приводит к увеличению динамических и ударных нагрузок в гусеничном движителе. Известно, что в современных быстроходных гусеничных машинах при движении с максимальной скоростью около 50% развиваемой двигателем мощности затрачивается в гусеничном движителе.

Перспективы БГМ достаточно обширны развивающиеся страны Африки, где в основном одно бездорожье, северные регионы России, Арктическая зона влияния России. При создании недорого быстроходного гусеничного шасси, при легкой эксплуатации и грузоподъемностью не менее 1т, вполне можно конкурировать с внедорожниками, использующимися в северных регионах и Африканских странах.

На взгляд автора есть несколько путей развития БГМ. Самое простое и дешевое в освоение производства это БГМ с силовой установкой использующие жидкое топливо бензин или дизель, с узлами основанными на простой механики. Более экологичные варианты с разработкой электродвигателей и частичной автоматизацией систем. И последнее стремительно развивающиеся направление беспилотные БГМ, что на взгляд автора является дорогостоящим в производстве. Конечно, нельзя упускать варианты гибридных БГМ.

Ниже представлены общие критерии проектирования для всех типов БГМ:

1. Увеличение мощности двигателя. Это позволит машине двигаться быстрее и преодолевать большие расстояния за короткое время.
2. Использование новых материалов для создания гусениц и других элементов конструкции. Например, использование легких композитных материалов может снизить вес машины и увеличить ее скорость.
3. Улучшение аэродинамических характеристик кузова. Это поможет уменьшить сопротивление воздуха при движении, что также увеличит скорость машины.
4. Создание гибридных систем питания, которые сочетают в себе преимущества электрических и дизельных двигателей.
5. Создание алюминиевых рамных корпусов для облегчения массы БГМ и возможности создания модульных блоков.

В зависимости от среды применения БГМ нужно подбирать оптимальные компоновочные варианты для максимально раскрытия потенциала изделий.

УДК 629.113

РЕВИН А.С., ФИЛИН И.А., ОРЛОВ Л.Н.

РАЗРАБОТКА МАНЕКЕНА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УДАРА ВОДИТЕЛЯ В РУЛЕВОЕ КОЛЕСО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Моделирование лобового столкновение с использованием манекена водителя является одним из этапов прогнозирования пассивной безопасности автомобиля при проектировании. Конечно-элементный анализ является ключевым инструментом, позволяющим инженерам проводить виртуальные испытания в различных условиях аварийных ситуаций. При этом, разработка конечно-элементной модели (КЭМ) манекена является одним из важных этапов. Она включает в себя создание математической модели, генерацию сетки конечных элементов, установку граничных условий, выбор материалов и свойств, настройку параметров анализа и интерпретацию результатов. Создание геометрии манекена является первый этапов подготовки конечно-элементной модели. Она разрабатывается с учётом анатомических особенностей человеческого тела в соответствии с приложением 4 Правил ЕЭК ООН №12 [1]. Модель создавалась в программном комплексе КОМПАС 3D v22; состоит из 7 деталей и для дальнейшей работы загружалась в пакет ANSA. На рисунке 1 показана схема математической модели манекена; детали сборки,отмеченные цифрами, выполненные из кожи (поз.1) полиуретана (поз.2), дерева (поз.3-5) и фанеры (поз.6). Далее каждая из деталей была разбита объемно конечно-элементной (КЭ) сеткой.

Полученная модель состоит из 266 420 элементов и 351 113 узлов. Согласно правилам [3], для манекена должны контролироваться 4 основных физических параметра. В таблицу 1 сведены их допустимые значения в сравнении с полученными при моделировании.

Таблица 1. Контролируемые характеристики манекена

Параметр	**Единицы измерения**	**Допустимые значения**	**Значение, полученное в модели**	**Относительная погрешность**
Жесткость при нагрузке в районе грудной клетки	Н/м м	105-142	106,2	-
Масса	кг	34	35,2	-3,5%
Центр тяжести от макушки головы.	м	0,558	0,551	1,2%
Момент инерции — вокруг боковой оси через центр тяжести	кг·м^2	2,25	2,14	4,9%

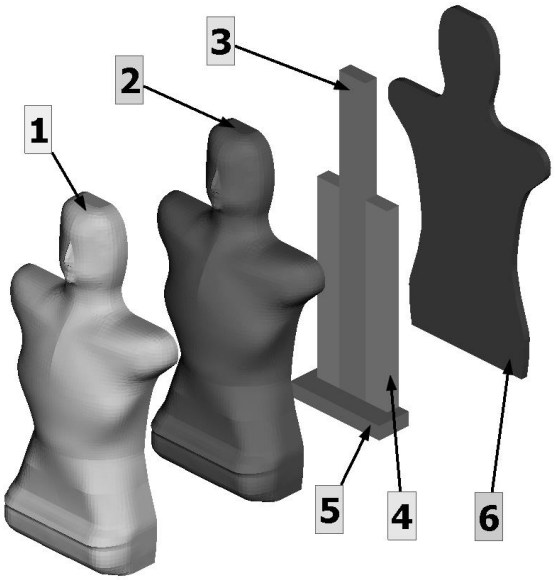


Рис. 1. Схема математической модели манекена

Каждая из сеток КЭ должна принадлежать определенной компоненте. Перед созданием сеток, необходимо создать и установить их параметры. В процессе создания компоненты ей назначаются требуемые свойства, материалы и другие характеристики. Структурированная объёмная сетка для деталей поз.3-6 создаётся методом выдавливания двумерных элементов, нанесённых на одну из поверхностей детали. Неструктурированная объемная сетка для детали поз.1-2 генерируется функцией Volume Mesh. Далее созданным объемным сеточным структурам присваиваются соответствующие, свойства. После этого были заданы связи между деталями с использованием функции TIE Contact.

Разработанная КЭМ манекена может быть использована для виртуального исследования лобового столкновения автомобиля с препятствием, оценки повреждения рулевого колеса и возникающих при этом перегрузок водителя, возникающих в результате дорожно-транспортных происшествий.

Библиографический список

1. **Правила ЕЭК ООН № 12** «О принятии единообразных технических предписаний для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах, и об условиях взаимного признания официальных утверждений, выдаваемых на основе этих предписаний» // Европейская Экономическая Комиссия.
2. **Орлов, Л.Н.** Основы разработки конечно-элементных моделей кузовных конструкций автотранспортных средств. Расчеты на безопасность и прочность: учеб. пособие / Л.Н. Орлов, А.В. Тумасов, Е.В. Кочанов [и др.] / под. ред. Л.Н. Орлова; Нижегород. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2014 — 144 с.
3. **NHTSA**, “Laboratory Test Procedure for FMVSS 203, Impact Protection for the Driver from the Steering Control System,” Laboratory Test Procedure TP-203-02, May 4, 1990.

УДК 623

РОМАНОВ А.Д., РОМАНОВА Е.А., МАКАРОВ В.С.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ЗАМЕНЫ СТАЛИ НА АЛЮМОМАТРИЧНЫЙ СПЛАВ В КОНСТРУКЦИИ ХОДОВОЙ ЧАСТИ ГУСЕНИЧНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ АРКТИЧЕСКОГО РЕГИОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из движителей, значительно повышающих проходимость транспортных средств, является гусеничный движитель [1,2]. Гусеничные транспортные средства обладают

высокой проходимостью по деформируемым грунтам, снежной целине и заболоченной местности.

Однако к недостаткам гусеничного движителя можно отнести следующие: большая масса, сложность конструкции ходовой части, низкий ресурс движителя. У классической современной гусеничной машины масса ходовой части составляет 20–24 % от её снаряжённой массы. Снижение массы гусеничного движителя позволяет повысить динамические параметры транспортного средства и снизить динамические нагрузки и уровень шума.

В статье [3] приведены данные по испытаниям на хладостойкость показано, что у алюмоматричных сплавов на всех исследованных образцах преобладает вязкий характер разрушения, который не меняется с понижением температуры до -100 °С, что говорит об отсутствии температуры вязко-хрупкого перехода материалов и обеспечивает возможность применять данные сплавы для деталей транспортных средств, применяемых в Арктическом регионе. Известно, что компоненты техники из АМС имеют более высокую износостойкость, сравнимую или превосходящую чугуны и среднеуглеродистые стали. Применение АМС позволяет уменьшить массу элементов конструкций по сравнению с неармированными сплавами, обеспечивая при этом повышение механических и служебных свойств [4]. Физико-механические свойства алюмоматричного сплава (АМС), полученного по технологии внутреннего окисления [5], были получены методом испытаний на одноосное растяжение.

Для сплавов с различной матрицей и наполнителем были получены образцы с пределом прочности до 400 МПа. При этом испытания на трение по макронеоднородной поверхности показали, что зачастую сплав с большим пределом прочности обладает меньшей стойкостью к истиранию.

По результатам выполненных работ было выполнено математическое моделирование возможности замены материала траков, изготовленных из сталей 110Г13Л (предел прочности 800-900 МПа), 20ХГСНМ (предел прочности 1320 МПА), 50Г (предел прочности 760-1180 МПа), 40ХС (предел прочности 570-960 МПа), на алюмоматричный сплав систем легирования Al-Si, Al-Si-Cu, Al-Zn-Mg-Cu с пределом прочности в литом и термообработанном состоянии до 400 МПа. Математическое моделирование показало возможность снижения массы детали на 30-50%, в зависимости от конфигурации трака применяемой в нем, в базовом варианте, стали. На основании проведенных экспериментов и математического моделирования показано, что возможно создание трака для техники действующей в условиях пониженных температур. Наиболее эффективно применение для траков гусеничной цепи с большим расстоянием между пальцами, при этом обеспечивается снижением массы трака до 50%.

Библиографический список

1. Котиев Г. О. Комплексное подрессоривание высокоподвижных двухзвенных гусеничных машин / Г. О. Котиев, Е. Б. Сарач. — М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2010. — 184 с.

2. Курганова Ю. А., Колмаков А. Г. Конструкционные металломатричные композиционные материалы. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2015. 141 с

3. Романов А. Д., Романова Е. А., Чернышов Е. А. Исследование особенностей жидкофазного окисления алюминиевого расплава с получением алюмоматричного композиционного материала // Металлург. 2021. № 7. С. 75−80. DOI 10.52351/00260827_2021_07_75. – EDN XPPRAN

4. Чернышов, Е. А. Получение высокоармированного дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе алюминия методом внутреннего окисления / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова // Металлург. – 2018. – № 8. – С. 78-81. – EDN XWPHHV.

5. Исследование триботехнических и теплофизических свойств алюмоматричного композиционного материала в сравнении с чугуном СЧ 24 для оценки возможности применения сплава в качестве материала для тормозного диска автомобиля / А. Д. Романов, Е. А. Чернышов, Е. А. Романова [и др.] // Материаловедение. – 2021. – № 2. – С. 44-47. – DOI 10.31044/1684-579X-2021-0-2-44-47. – EDN PZJGCU.

УДК 629.3.033

ФЕДОРОВ. Д.С., ДЬЯКОВ А.С.

КОНСТРУКЦИИ И МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВСЕНАПРАВЛЕННЫХ КОЛЕС

Московский Государственный Технический Университет им. Н.Э. Баумана

Всенаправленные колеса можно классифицировать по конфигурации дисков, по соотношению размеров роликов и размеров всего колеса, по углу наклона осей роликов к оси колеса. Диски колес и ролики изготавливаются из металлов или пластиков. Материал определяется технологическими возможностями и требуемой грузоподъемностью колеса.

Большое число научных работ описывают кинематику и динамику платформ с всенаправленными колесами, управление ими. Значительно меньшее число работ рассматривают методы расчета и проектирования всенаправленных колес, эти работы можно разделить на две группы: посвященные расчетам ролика, посвященные расчетам дисков.

Профиль ролика наиболее исследован среди всех конструктивных параметров всенаправленных колес. Известно математически точное уравнение профиля ролика (плоская кривая восьмого порядка) [1]. В научной литературе представлены простые аппроксимации профиля, среди которых стоит выделить наиболее точный метод, дающий приемлемый результат в том числе и для крупных роликов [2]. Методом конечных элементов исследовано напряженное состояние ролика [3] и влияние жесткости резинового бандажа ролика на вибрации, возникающие при качении колеса [4]. Для снижения вибраций предложено повысить толщину резинового бандажа ближе к торцам ролика; выводы моделирования подтверждаются экспериментом [4].

Прочностной расчет дисков (опор роликов на ступицу) проводится методом конечных элементов [5], [6]. В работе [7] исследована и предложена дископодобная опора роликов, способствующая гашению вибраций.

Отсутствуют научные работы, посвященные обоснованию основных конструктивных параметров всенаправленного колеса: угла наклона роликов к оси колеса и отношения размеров ролика (длины и диаметра) к размерам всего колеса. Возможно исследовать на этапе проектирования влияние этих параметров на энергоэффективность и нагруженность платформы с всенаправленными колесами. Для такого исследования создана модель [2], описывающая динамику платформы с всенаправленными колесами при движении в установившихся и переходных режимах движения.

Библиографический список

1. Gfrerrer, A. Geometry and Kinematics of the Mecanum Wheel // Comput.Aided Geom.Des., 2008, № 25, no. 9, pp. 784-791.
2. Дьяков А.С., Федоров Д.С. Геометрия, кинематика и динамика mecanum колеса. Неустановившееся движение mecanum транспортера // Известия МГТУ «МАМИ». 2024. Т. 18, № 1.
3. Giurgiu T., Puică C., Pupăză C., et al. Mecanum wheel modeling for studying roller - ground contact issues // Proc. U.P.B. Sci. Bull. 2017. Series D. №. 79(2).

4. Doroliat A.P., Ing M., Li Ch.G. Optimization of mecanum wheels for mitigation of AGV vibration // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. 2022. Т. 121. № 1. С. 633-645.
5. Захаров Д.Н., Челушкин М.Н., Кулаков К.С., Бодров К.Ю. // Вопросы оборонной техники. Серия 16: Технические средства противодействия терроризму. 2021. № 5-6 (155-156). С. 52-59.
6. Lima K.E.O., Sano S. Vibration and strength analysis of a new type of mecanum wheel based on FEM // Conference: Proceedings of 175th iastem international conference. 2019.
7. Bae J., Kang N., Design optimization of a mecanum wheel to reduce vertical vibrations by the consideration of equivalent stiffness // Shock and Vibration. 2016. Т. 4. С. 1-8

УДК 629.113

ФИЛИН И.А., ОРЛОВ Л.Н.

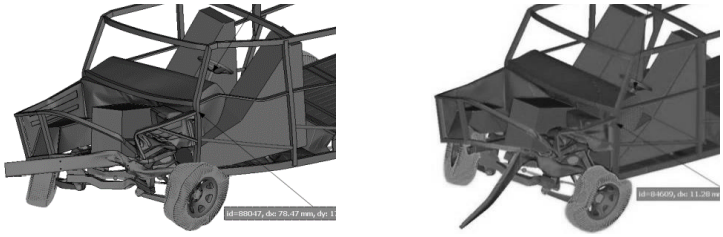
ПОВЫШЕНИЕ ПАССИВНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КУЗОВА НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ВИРТУАЛЬНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ЛОБОВОГО СТОЛКНОВЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рост автомобильного парка страны влечет за собой определенные негативные последствия, связанные с увеличением числа дорожно-транспортных происшествий (ДТП) и количества пострадавших людей в них. Поэтому все более жесткими становятся требования к пассивной безопасности (ПБ) автомобилей. Наиболее частыми ДТП для легковых автомобилей являются лобовые столкновения, из которых наиболее тяжелые - кососимметричные столкновения.

В данной работе была проанализирована и усовершенствована конструкция автомобильного кузова каркасно-панельной технологии с учетом современных требований пассивной безопасности. Основным методом исследований были виртуальные расчеты, выполненные на основе разработанной подробной конечно-элементной модели автомобиля. Актуальность представленной работы обусловлена возможностью применения ее результатов при проектировании кузовных конструкций автомобилей, соответствующих современным стандартам пассивной безопасности. Разработанная КЭ-модель включает в себя элементы конструкции, которые воспринимают на себя ударные нагрузки, возникающие при столкновении автомобиля с барьером. Это, прежде всего, сам кузов с передним бампером, колёса и подвеска, объемная модель двигателя, объемный контур остаточного пространства для водителя и рядом сидящего пассажира [1]. В соответствии с требованиями Правил ЕЭК ООН №94 моделирование удара выполнено со стороны сиденья водителя. Скорость движения модели автомобиля в момент удара составляет 56 км/ч. Зона перекрытия передней части модели составляла 40% (842 мм) его общей ширины [2].

На основе предварительных расчётов были выявлены уязвимые точки конструкции, что привело к необходимости проведения расчетных исследований на ранних этапах проектирования. Наибольшие деформации были отмечены в зонах действия ударной нагрузки и зоне центрального тоннеля, что привело к нарушению зоны необходимого остаточного пространства. В ходе работ были проведены дальнейшие многовариантные исследования по оценке влияния отдельных силовых элементов на повышение пассивной безопасности. В результате был составлен перечень предлагаемых изменений, направленных на улучшение силового каркаса с целью повышения несущей способности кузова. Проведенная работа привела не только к достижению приемлемых показателей деформации кузова, но и улучшила общую безопасность автомобиля (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Деформированное состояние кузова. Исходный (а) и доработанный (б) варианты конструкций

Применение компьютерного моделирования при рассмотрении аварийных ситуаций, связанных с автомобилем в соответствии с требованиями технического регламента, даёт возможность прогнозировать его пассивную безопасность на ранних этапах проектирования. Этот подход позволяет оценить и анализировать безопасность на всех этапах разработки конструкции кузова и её последующих изменений, что является важным аспектом в обеспечении существующих стандартов безопасности транспортных средств.

Библиографический список

1. Орлов, Л.Н. Основы разработки конечно-элементных моделей кузовных конструкций автотранспортных средств. Расчеты на безопасность и прочность: учеб. пособие / Л.Н. Орлов, А.В. Тумасов, Е.В. Кочанов [и др.] / под. ред. Л.Н. Орлова; Нижегород. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2014 — 144 с.
2. Правила ООН № 94 Добавление 93 Пересмотр 3 «О принятии единообразных технических предписаний для колесных транспортных средств, предметов оборудования и частей, которые могут быть установлены и/или использованы на колесных транспортных средствах, и об условиях взаимного признания официальных утверждений, выдаваемых на основе этих предписаний» // Европейская Экономическая Комиссия, Женева, 2021.

Подсекция 4.2

Эксплуатация наземных транспортных средств

УДК 625.712.22

АБОЛДУЕВ А.А.*, КОРЧАЖКИН Е.М.*, КОРЧАЖКИН М.Г., ЕЛИСЕЕВ М.Е.

АНАЛИЗ ФАКТОРОВ, ОГРАНИЧИВАЮЩИХ ПРОПУСКНУЮ СПОСОБНОСТЬ УЛИЦЫ БЕЛИНСКОГО Г. Н.НОВОГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
*Муниципальное автономное образовательное учреждение № 186 «Авторская академическая школа»

Улица Белинского, как ключевой транспортный участок, является нередко оживленным центром городского движения, обеспечивая транспортную связь между различными районами и объектами инфраструктуры. Однако, как и во многих городах, столкнулась с проблемой ограниченной пропускной способности, что приводит к дорожным заторам, задержкам и общему ухудшению качества городской жизни.

В работе произведены замеры количества единиц автомобильного транспорта в часы пик, измерение ширины автомобильной дороги и оценка соответствия нормативным требованиям.

Место наблюдения: изначально для определения количества транспортных средств проезжающих за единицу времени был определен промежуток от пересечения улиц Белинского и Ковалихинская до пересечения улиц Белинского и Ошарская. Однако для более эффективного подсчета количества транспортных средств были выбраны участки: Сквер 100-летия санитарной службы и Театр оперы и балета имени Пушкина (рис. 1).

Определение временных промежутков подсчета количества транспортных средств: Для исследования трафика были выбраны самые проблемные часы – часы пик. По данным сайта Onlinemaps.ru, исследующего пробки и заторы в Нижнем Новгороде, часы в которые насчитывается самая высокая загруженность трафика – от 7:30 до 9:30 и от 16:30 до 18:00. Поэтому для исследования трафика было выбрано время: с 8:00 до 9:00и с 16:30 до 17:30.



Рис. 1. Затруднения движения на участках наблюдения

Метод фиксации количества транспортных средств: В нашем случае наиболее эффективным методом фиксации была видеосъемка. Позже, по видеозаписи было пересчитано количество транспортных средств, проезжающих по улице Белинского за отрезок времени

установленный ранее. Максимальные значения транспортных потоков составили в прямом направлении 1357 авт./час, в обратном – 2029 авт./час.

Следующим этапом проведено исследование геометрических параметров проезжей части. Участок ул. Белинского состоит из 4 полос и 2 трамвайных путей (рис. 2).



Рис. 2. Схема действующей организации движения на участке дороги по ул. Белинского:
1, 2, 5 – легковые автомобили; 3, 4 – автобусы;
А – расстояние от припаркованных автомобилей до разметки;
В – расстояние от трамвайных путей, которое должен учитывать водитель

По сложившейся схеме организации движения на данный момент автомобилю под номером 1, не имеющему путей объезда более широкого автобуса под номером 3. Также и автобус, двигающийся у трамвайных путей, должен держать расстояние В от путей. Т.е. существует определенная ширина проезжей части, но из-за припаркованных у бордюра автомобилей, на проезд автомобилю остается лишь расстояние А. Это значительно ухудшает дорожную ситуацию на улице Белинского. Пропускная способность дороги занижена, интенсивность движения низкая. Особенно это оказывает негативное влияние в часы-пик.



Рис. 3. Расположение точек замеров на участке дороги по ул. Белинского

Улица Белинского является магистральной улицей городского значения, каждая полоса которой должна иметь ширину 3,5 м согласно п. 11.5 СП 42.13330.2011. Однако на первых полосах в обоих направлениях расположены припаркованные автомобили, для которых минимальная ширина парковочного места составляет 2 м по СП 42.13330.2011. Выделенное парковочное пространство значительно затрудняет движение автомобилям, движущимся в крайней полосе. На данный момент для проезда по ул. Белинского из 7,5 метров ширины проезжей части, остается лишь 5,5 м, или по 2,75 м на автомобиль, что является нарушением по СП 42.13330.2011. С целью определения параметров проезжей части были проведены замеры ширины проезжей части в разных точках на ул. Белинского (рис.3). Результаты замеров геометрических параметров проезжей части сведены в обобщенную таблицу (табл. 1).

***Таблица1* .Ширина проезжей части на участке ул. Белинского**

№ точки	Ширина проезжей части, м	
	Прямое направление	Обратное направление
1	7,128	7,744
2	7,574	7,673
3	7,629	7,422
4	7,440	7,750
5	7,879	X
6	7,972	7,756
7	7,653	7,982
8	X	7,879

В результате установлено, что ни одно из замеренных значений не является допустимым для двух полос движения по магистральным улицам (7 м) при наличии припаркованных автомобилей вдоль проезжей части. Ограниченная ширина проезжей части негативно влияет на пропускную способность участка дороги. Необходима разработка мероприятий по повышению пропускной способности исследуемого участка дороги.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52398-2005 Национальный стандарт Российской Федерации. Классификация автомобильных дорог. Основные параметры и требования
2. СП 42.13330.2011 Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
3. Афанасьев, М. Б. Пропускная способность дороги [Электронный ресурс] / М. Б. Афанасьев. - Режим доступа: http://www.drivingplus.ru/driving/dorojnoe-dvijenie/5.htm.l
4. Горев, А. Э. Основы теории транспортных систем [Текст] : учеб.пособие / А. Э. Горев. - Санкт-Петербург :СПбГАСУ, 2010. - 214 с.
5. Клинковштейн, Г. И. Организация дорожного движения [Текст] : учеб.для вузов / Г. И. Клинковштейн, М. Б. Афанасьев. - 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Транспорт, 2001 - 247 с.

УДК 625.712.22

АБОЛДУЕВ А.А.*, КОРЧАЖКИН Е.М.*, ЕЛИСЕЕВ М.Е.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ УЧАСТКА УЛ.БЕЛИНСКОГО В Г. НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
*Муниципальное автономное образовательное учреждение № 186 «Авторская академическая школа»

Повышение пропускной способности транспортных магистралей современных агломераций Российской Федерации является актуальной задачей. Основными направлениями

решения такой задачи на данный момент являются увеличение числа полос движения и изменение схем организации движения в сетях городских дорог и улиц. В проведенных исследованиях установлено, что существующая организация движения на участке ул. Белинского от пересечения с ул. Ковалихинская до пересечения с ул. Ошарская приводит к образованию затруднений в движении автомобилей. Особенно это выражено в утренние и вечерние часы-пик.

Одним из факторов, затрудняющих движение транспорта являются припаркованные вдоль проезжей части автомобили, ограничивающие ширину полос проезжей части. Для оценки влияния припаркованных автомобилей на пропускную способность исследуемого участка ул. Белинского необходимо определить действующее значение пропускной способности.

На пропускную способность участков дорог в пределах городских территорий влияет большое количество различных параметров. Их можно разделить на две группы: геометрические и транспортные. К геометрическим параметрам относятся: - число полос n; - средняя ширина полосы b, м; - продольный уклон i, %; - наличие паркирования; - наличие автобусных остановок; - радиус кривой в плане R, м. К транспортным параметрам относятся: - интенсивность движения N, прив. ед./ч; 102 - величина максимальной практической пропускной способности Pmax, прив. авт./ч; - доля грузовых транспортных средств в потоке, %; - число маневров паркирующихся автомобилей nм, маневр/ч; - скорость V, км/ч.

Расчетное значение пропускной способности *P* группы полос в конкретных дорожных условиях определяется по формуле:

$$P=P_{max}*n*f_b*f_{гр}*f_i*f_p*f_{авт}*f_{тер}*f_R*f_V \quad (1)$$

Где: P_{max} – максимальная практическая пропускная способность, прив. авт./ч

n – количество полос движения в одном направлении

f_b – коэффициент, учитывающий ширину полосы движения

$f_{гр}$ – коэффициент, учитывающий долю грузовых автомобилей в потоке

f_i – коэффициент, учитывающий продольные уклоны

f_P – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркирующимися транспортными средствами

$f_{авт}$ – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые автобусами

$f_{тер}$ – коэффициент, учитывающий тип территории

f_R – коэффициент, учитывающий радиусы кривой в плане

f_V – коэффициент, учитывающий ограничение скорости

Все расчеты коэффициентов были выполнены согласно ОДМ 218.2.020-2012 (п. 9.7.4, п. 9.7.5): P_{max} = 2100 авт/час (по ОДМ 218.2.020-2012 п. 5.1.16);

$$n = 2;\ f_b = 1 + \frac{(b-3{,}6)}{9} = 1 + \frac{2{,}5-3{,}6}{9} = 0{,}87;$$

$$f_{гр} = \frac{100}{100+n(K\text{гр}-1)} = \frac{100}{100+2{,}12(2-1)} = 0{,}97;$$

$$f_i = 1;\ f_P = \frac{n-0{,}1-\frac{18\cdot n_м}{3600}}{n} = \frac{2-0{,}1-\frac{18\cdot 227}{3600}}{2} = 0{,}37;$$

$$f_{авт} = \frac{n-\frac{t}{3600}}{n} = \frac{2-\frac{25}{3600}}{2} = 0{,}99;$$

$$f_{тер} = 0{,}9;\ f_R = 1;\ f_V = 1.$$

Таким образом, действующее расчетное значение пропускной способности составило: $P = 2100 \cdot 2 \cdot 0{,}87 \cdot 0{,}97 \cdot 1 \cdot 0{,}37 \cdot 0{,}99 \cdot 0{,}9 \cdot 1 \cdot 1 = 1168$ авт/час

В действующей схеме организации дорожного движения на исследуемом участке ул. Белинского широко распространены парковки автомобилей, располагающиеся вдоль проезжей части. Эти автомобили существенно заужают ширину проезжей части, снижая пропускную способность участка дороги.

Для повышения пропускной способности участка ул. Белинского было выдвинуто следующее предложение: запретить остановку и парковки транспорта на исследуемом участ-

ке ул. Белинского по всей его длине (за исключением специально отведенных парковочных карманов). После введения предложений увеличится ширина полос движения с существующих 2,5 м до нормативных 3,5 м, что положительно повлияет на дорожную обстановку на выбранном участке (рис. 1).



Рис. 1. Схема предлагаемой организации движения на участке дороги по ул. Белинского

По СП 42.13330.2011 п. 11.5 ул. Белинского является улицей общегородского значения регулируемого движения с нормативной шириной полосы движения 3,5 м. Для расчета пропускной способности участка с предлагаемой схемы организации дорожного движения используются методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог (2) при следующих данных:

P_{max}= 2100 авт/ч (ОДМ 218.2.020-2012 п. 5.1.16);

n = 2

$f_b = 1 + \frac{(b-3,6)}{9} = 1 + \frac{3,5-3,6}{9} = 0,989$, b – ширина полосы;

$f_{гр} = \frac{100}{100+n(K\text{гр}-1)} = \frac{100}{100+2,12(2-1)} = 0,97$, n – число полос в группе движения;

$K_{гр}$ = 2 – коэффициент приведения грузового автомобиля к легковому

f_i = 1; f_P= 1;

$f_{авт}= \frac{n-\frac{t}{3600}}{n} = \frac{2-\frac{25}{3600}}{2} = 0,99$, n – число полос в группе движения, t–время использования автобусной остановки;

$f_{тер}$= 0,9; f_R= 1; f_V= 1.

После введения предложений, в формуле изменятся 2 коэффициента: f_P – коэффициент, учитывающий помехи, создаваемые паркирующимися транспортными средствами; f_b – коэффициент, учитывающий ширину полосы движения.

Коэффициент f_p принимается равным 1, т.к. после запрета остановок на ул. Белинского никаких маневров паркирования совершаться не будет. В коэффициенте f_b изменится значение b – ширина полосы, т.к. после запрета остановок увеличится размер проезжей части, что повысит данный коэффициент.

Итоговое расчетное значение пропускной способности рассматриваемого участка ул. Белинского составит:

$$P = 2100 \cdot 2 \cdot 0,989 \cdot 0,97 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,99 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 1 = 3590 \text{ авт/ч.}$$

В результате предложенных мероприятий наблюдается значительное увеличение расчетного значения пропускной способности исследуемого участка дороги при введения запрета на парковку вдоль проезжей части. Полученный результат возможно масштабировать на

всю протяженность ул. Белинского. При этом ожидается увеличение пропускной способности данной улицы и увеличение скорости потока транспортных средств в обоих направлениях.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 50597-2017 Государственный стандарт Российской Федерации. Автомобильные дороги и городские улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения.
2. СП 42.13330.2011 Свод правил. Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений.
3. СП 34.13330.2021 Свод правил. Автомобильные дороги.
4. ОДМ 218.2.020-2012 Отраслевой дорожный методический документ. Методические рекомендации по оценке пропускной способности автомобильных дорог.
5. Алексиков, С. В. Повышение пропускной способности УДС путем регулирования скоростного режима транспортных потоков [Текст] / С. В. Алексиков, С. В. Волченко. - Волгоград :ВолгГАСУ, 2012. - 33 с.
6. Афанасьев, М. Б. Пропускная способность дороги [Электронный ресурс] / М. Б. Афанасьев. - Режим доступа: http://www.drivingplus.ru/driving/dorojnoe-dvijenie/5.htm.l
7. Басков В.Н. Анализ методов расчета и оценки задержек транспортного потока на улично-дорожной сети / Басков В.Н., Игнатов А.В.//Вестник развития науки и образования. 2014. № 2. С. 14-19.
8. Волченко, С.В. Повышение пропускной способности УДС на основе оценки взаимодействия транспортных потоков с городскими магистралями / диссертации на соискание ученой степени кандидат наук – 2014.

УДК 4.2

БАЛАШОВ Н.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПЕРЕВОЗКА (ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ) ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перевозка (транспортирование) лекарственных средств – это неотъемлемая составная часть обращения лекарственных средств, а также один из лицензируемых видов фармацевтической деятельности. Значимость этой стандартной процедуры нельзя преуменьшать, ведь несоблюдение требований в ходе транспортировки может повлечь за собой недоброкачественность лекарственных средств и значительные убытки у фармацевтической организации.

Основными нормативными документами, регламентирующими требования к перевозке лекарств, являются:

- Правила надлежащей практики хранения и перевозки лекарственных препаратов для медицинского применения, утвержденные приказом Министерства здравоохранения РФ от 31.08.2016 № 646н (далее – «Правила хранения и перевозки ЛС»);
- Общая фармокопейная статья ОФС.1.1.0025.18 «Упаковка, маркировка и транспортирование лекарственных средств»

Требования к перевозке лекарственных средств

Рассмотрим, какие требования предъявляются к перевозке лекарств.

1. Требования к транспорту и оборудованию.

Для перевозки лекарственных препаратов следует по возможности использовать специализированные транспортные средства и оборудование. Если используются неспециали-

зированные транспортные средства и оборудование, должны быть разработаны процедуры, обеспечивающие сохранение качества лекарственных средств.

Транспортное средство оснащается всем необходимым оборудованием. К такому оборудованию пункт 37 Правил хранения и перевозки ЛС относит:

- системы кондиционирования;
- холодильные камеры и (или) холодильники;
- системы контроля доступа;
- вентиляционные системы;
- оборудование, используемое для регистрации температуры и влажности.

При перевозке (транспортировании) термолабильных лекарственных препаратов используется специализированное оборудование (изотермическая упаковка, контейнеры), поддерживающие требуемые температурные режимы хранения. Хладоэлементы в изотермических контейнерах размещаются таким образом, чтобы отсутствовал прямой контакт с лекарствами. Повторное использование недостаточно охлажденных и (или) поврежденных хладоэлементов не допускается.

Транспортное средство, оборудованное рефрижераторным оборудованием, должно поддерживать нужные температуру и влажность воздуха на всём маршруте.

Их преимущества перед термоконтейнерами в том, что:

• имеют карантинную зону внутри своего строения;
• защита от любого вида атмосферного влияния;
• полная герметичность;
• абсолютная защита от всех загрязнений;
• имеет генератор, который сможет поддерживать необходимые условия даже в случаях сбоев и поломок.

2. Требования к таре.

Транспортировка осуществляется в таре, которую фарморганизация выбирает самостоятельно, но с учетом:

- требований к условиям хранения и перевозки лекарств;
- объема перевозимых препаратов;
- длительности перевозки;
- условий окружающей среды и возможных колебаний температуры.

Также выбранная тара не должна оказывать влияния на качество и безопасность лекарственных средств и обеспечивать надежную защиту от воздействия факторов внешней среды.

3. Требования к маркировке

На упаковке лекарственных препаратов должны быть указаны наименование лекарственного препарата (международное непатентованное, или группировочное, или химическое, или торговое наименование), номер серии, дата выпуска (для иммунобиологических лекарственных препаратов), срок годности, дозировка или концентрация, объем, активность в единицах действия или количество доз;

4. Требования к условиям хранения.

Необходимые условия хранения должны соблюдаться в течение всего времени транспортировки. В случае возникновения таких отклонений, как нарушение температурного режима или порча лекарственных средств в процессе транспортировки, информация о них должна быть сообщена отправителю и получателю.

Подводя итоги, обратим внимание на необходимость строго соблюдения правил перевозки лекарственных средств. Анализ судебной практики показывает, что риски привлечения к ответственности за несоблюдение правил велики, а размер ответственности за жизни людей значителен.

Библиографический список

1. Бердников Л. А. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: комплекс учебно-методических материалов/ Бердников Л. А. [и др.]. – Р. Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2009 – 150с.
2. Правила надлежащей практики хранения и перевозки лекарственных препаратов для медицинского применения, утвержденные приказом Министерства здравоохранения РФ от 31.08.2016 № 646н (далее – «Правила хранения и перевозки ЛС»);
3. Общая фармокопейная статья ОФС.1.1.0025.18 «Упаковка, маркировка и транспортирование лекарственных средств»

УДК 629.331

БАШЕВ М.В.*, РОЧЕВ Л.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЕЙ ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ КАРШЕРИНГА В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

*Муниципальное автономное образовательное учреждение «Лицей №38»
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе за основу берутся показатели, которые опираются на «московскую» статистику. Это связано с тем, что в Нижнем Новгороде каршеринг находится в зачаточном состоянии и представлен региональными подразделениями московских структур каршеринга, таких как «Делимобиль», «Яндекс-драйв» и др.

Для владельцев бизнеса значимым плюсом каршеринга является его поддержка государством (возможность бесплатно использовать муниципальные стоянки, разрешение на проезд по полосам для общественного транспорта, доступ к городским сервисам управления движением). Это обусловлено возможностью разгрузить дороги городов, снизить вероятность пробок и аварий, улучшить экологическую ситуацию, возможностью превратить общественный транспорт из малопопулярного вида передвижения по городу в достойную альтернативу передвижениям на личном автомобиле.

Каршеринг играет важную роль в транспортной системе города, а также вносит свой вклад в экологию крупных городов. По словам заместителя мэра Москвы Максима Ликсутова «30 тыс. автомобилей сервиса краткосрочной аренды заменяет 90 тыс. личных машин - каршеринг заметно разгружает дороги города, сокращает уровень загрязнения воздуха и загруженность парковок».

В России в среднем автомобиль каршеринга эксплуатируется 3 года, после чего транспортное средство либо возвращают лизинговой компании, либо списывают и продают.

Уровень загрязнения воздуха может снизить только экологичный транспорт. В данной работе рассмотрим выбор наиболее оптимального, с точки зрения, расходов на эксплуатацию и вреда для экологии крупного города, автомобиля для автопарка каршеринга.

Средняя поездка по городу в среднем составляет 7-15 км. Большинство пользователей каршеринговых сервисов совершают поездку из крупного жилого массива в центр города или обратно. В среднем автомобиль каршеринга совершает 6-8 поездок за 1 день.

Паспортные характеристики рассматриваемы автомобилей по показателям среднего расхода топлива, пробега на одной зарядке/заправке, интервалами между ТО приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Технические характеристики выбранных автомобилей с различными силовыми установками**

Марка а/м	**Geely Atlas Pro Hybrid**	**Москвич 3**	**Evolute i-Pro**	**Москвич 3е**	**AITO M5**	**Chery Tiggo 8 Pro e+**	**Dongfeng Shine Max**
Тип силовой установки	HEV	ДВС	BEV	BEV	PHEV	PHEV	ДВС
Габаритные размеры	4544 X 1837 X 1713	4410x 1800x 1660	4680 X 1720 X 1530	4410 X 1800 X 1660	4770x 1930x 1625	4722 x 1860 x 1705	4797 x 1870 x 1475
Тип кузова	Пяти-дверный универсал / кроссовер	Пяти-дверный универсал/кроссовер	Четырехдверный седан	Пяти-дверный универсал/кроссовер	Пяти-верный универсал/кроссовер	Пяти-дверный универсал / кроссовер	Четырех-дверный седан
Тип КПП	DCT7	Вариатор CVT	Редуктор	Редуктор	Редуктор	Роботизированная, трех-ступенчатая	Роботизированная, DCT7
Тип привода	Полный 4WD	Передний	Передний	Передний	Полный 4WD	Передний	Передний
Рабочий объем двигателя, куб.см	1477	1499	EV	EV	1500	1498	1500
Мощность, л.с.	177 л.с. + 13 л.с.	150	150	150	125л.с. + 420л.с.	147л.с.+ 88л.с.	190
Базовая норма расхода топлива, л/100км	6,8	8,6	-	-	1	1,3	6,2
Максимальна скорость, км/	200	170	145	140	200	180	160
Разгон 0-100 км/ч, с	9,9	11	9,5	8	7,1	7,5	8,7
Объем топливного бака, л (кВч)	58	50	53	50	40 кВт·ч. + 56 л	19,27 кВт*ч + 60 л	52

Для расчета затрат на ТО автомобилей необходимо произвести корректировку пробегов, на которых происходит ТО автомобилей в автопарке каршеринга. Коэффициенты для г. Нижний Новгород. Скорректированную периодичность ТО сведем в таблицу (табл. 2).

Периодичности ТО-1 и ТО-2 корректируется коэффициентами, учитывающими категорию условий эксплуатации, модификацию подвижного состава и климатического района.

$$L_i = L_{i(H)} \cdot k_1 \cdot k_3 \text{ , км,} \quad (1)$$

где: $L_{i(H)}$ – нормативная периодичность ТО i-ого вида (ТО-1 или ТО-2), км; L_i - расчетное значение периодичности ТО i-ого вида, км; k_1 = 0.8 – коэффициент, учитывающий

категорию эксплуатации автомобилей; k_3 = 1 - коэффициент, учитывающий климатическую зону (умеренная).

Таблица 2

Марка а/м / Показатель	**Geely Atlas Pro Hybrid**	**Москвич 3**	**Evolute i-Pro**	**Москвич 3е**	**AITO M5**	**Chery Tiggo 8 Pro e+**	Dongfeng Shine Max
Средняя стоимость ТО	20000	11000	6000	9800	10000	15000	12000
Норматив ТО	10000	10000	15000	10000	15000	10000	10000
Нулевое ТО (3000км), руб	7000	6800	5000	Нет	7000	Нет	7000
Корректировка нормативного ТО, км пробега	8000	8000	12000	8000	12000	8000	8000

Таким образом, по совокупности технических характеристик и затрат на техническое обслуживание из представленных автомобилей преимущество имеет Evolute i-Pro. Периодичность ТО составляет 15000 км и затраты на выполнение работ минимальны.

Библиографический список

1. ТР ТС 018/2011 Технический регламент таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114.
2. Закон о транспортном налоге в Нижегородской области от 28 ноября 2002 года № 71-З. https://docs.cntd.ru/document/944916302?ysclid=lvw2fj24ie601685999.
3. ВСН 01-89. Ведомственные строительные нормы предприятий по обслуживанию автомобилей // Минавтотранс РСФСР. - М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. - 52 с.
4. ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта — М.: Гипроавтотранс, 1991. — 184 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей. Часть 2./ Н.А. Кузьмин, Г.В. Борисов; Нижегород. гос. тех. ун-т. Нижний Новгород, 2007. – 79 с.
6. Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учебник для вузов /Г.М. Напольский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
7. https://www.major-evolute.ru.

УДК 656.025

БЕЛЯКИН А.Д., БЕРДНИКОВ Л.А., БАШЕВ М.В.

ПЕРЕВОЗКА ПРИРОДНОГО ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
НОУ Лицей N38

Совсем недавно, потребность в перевозках природного газа транспортом отсутствовала, это связано с тем, что раньше не было автомобилей, использующих в роли топлива – природный газ. В настоящее время автомобили на природном газе, из-за дешевизны данного вида топлива. С появлением автомобилей на газу, возникла потребность в специализирован-

ных заправочных станциях, а также появилась проблема транспортировки газа от места добычи к этим заправочным станциям.

Природный газ – это газообразная смесь, состоящая из метана и более тяжелых углеводородов, азота, диоксида углерода, водяных паров, серосодержащих соединений, инертных газов. Природный газ по ГОСТ 19433-88 относится к 2-му классу и к 2.3 подклассу опасности – «воспламеняющиеся (горючие) газы». Применяется в быту, для разогревания пищи, а также стали эксплуатироваться как топливо для автомобилей.

Для автоцистерны, перевозящей газ, предъявляются особые требования, например, сзади, на расстоянии не менее 100мм от цистерны должен быть установлен выступающий противоподкатный брус (защита), на конце выхлопной трубы должен присутствовать искрогаситель, а рядом с модулем автоцистерны должен находиться ящик с огнетушителем. Также, еще одним из требований, является, наличие заземления при разгрузке, или загрузке автоцистерны.

Каждый маршрут из точки А в точку Б, должен быть согласован с ГИБДД МВД России.

Для водителя автоцистерны, предъявляются особые требования, такие как: стаж работы водителя, перевозящего опасные грузы, должен быть не менее года; обязательное отсутствие привлечения в течение предшествующих 12 месяцев к административной ответственности за нарушение ПДД. Также водитель должен пройти специализированную подготовку, где его обучат действиям в случае ЧП.

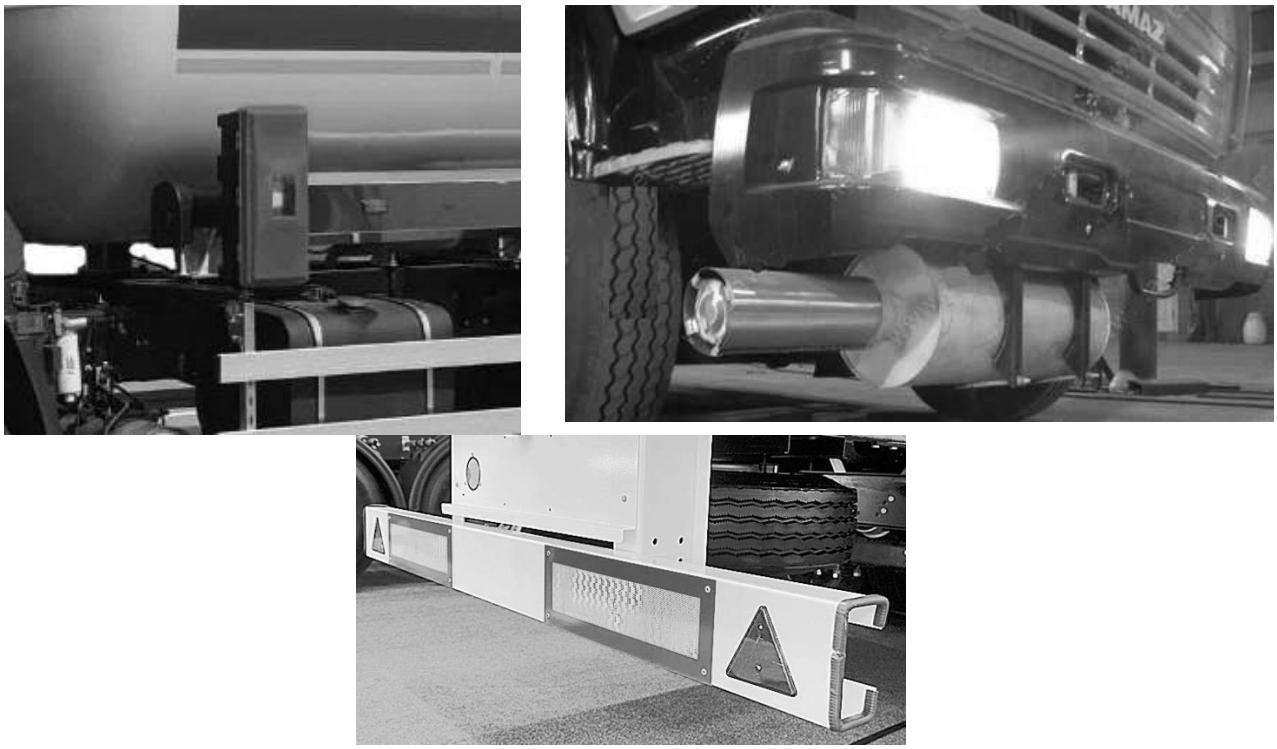


Рис.1. Ящик с огнетушителем. Искрогаситель на конце выхлопной трубы. Защита цистерны сзади

Библиографический список

1. ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка. (https://docs.cntd.ru/document/901714253)

2. Приказ Минтранса РФ от 08.08.1995 N 73 (ред. от 14.10.1999) Об утверждении Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом. (https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintransa-rf-ot-08081995-n-73/)
3. Приказ Минтранса РФ от 28.09.2015 №287 (ред. От 02.03.2017) «Об утверждении Профессиональных и квалификационных требований к работникам юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, осуществляющих перевозки автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» (https://legalacts.ru/doc/prikaz-mintransa-rossii-ot-28092015-n-287/)

УДК 656.025

ВАЛОВ Д.В., БЕРДНИКОВ Л.А.,КУТАСОВ И.А.

ОСОБЕННОСТИ ОСНАЩЕНИЯ АВТОБУСА ДЛЯ ОРГАНИЗОВАННОЙ ПЕРЕВОЗКИ ДЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Под организованной перевозкой группы детей понимается перевозка в автобусе, не относящемся к маршрутному транспортному средству, группы детей численностью 8 человек и более, осуществляемая без их родителей или иных законных представителей. С такой группой в автобусе обязательно должен находится сопровождающий.

В случае, когда перевозится в одном автобусе больше 20 детей, выделяется 2 сопровождающих.

Автобусы для перевозки детей, как и все транспортные средства безусловно являются источником повышенной опасности, и чтобы избежать дорожных происшествий, необходимо следовать всем правилам их эксплуатации и быть максимально ответственным на дороге.

Внутригородские, пригородные или междугородные перевозки детей при помощи автобуса требует чёткой организации и пристального внимания, так как ребёнок является самым уязвимым и незащищенным участником дорожного движения.

Именно поэтому, при организованных перевозках групп детей автобусами в Российской Федерации введены специальные требования к таким перевозкам.

Эти требования установлены Правилами организованной перевозки группы детей автобусами, утверждёнными Постановлением Правительства РФ от 23.09.2020 № 1527, и Правилами дорожного движения, утверждёнными Постановлением Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 02.06.2023).

Также стоит отметить ГОСТ 33552-2015, определяющий технические требования и методы испытания автобусов для перевозки детей. Отмечу, что именно в ГОСТ 33552-2015 можно выделить особенности и требования к сиденьям для перевозки детей.

В [3] п. 2.4.1 представлена схема размеров сидений, с которой можно ознакомиться подробнее.

Для осуществления организованной перевозки группы детей допускается автобус, соответствующий следующим требованиям:

1. Используются автобусы, с года выпуска которых прошло не более 10 лет (согласно п.3 [1]).

2. Кузов автобуса должен иметь окраску жёлтого цвета. Рекомендуемый оттенок жёлтого цвета – RAL1023 по каталогу цветов RAL Classik.



Рис. 1. Кузов автобуса цвета RAL1023

3. Автобус по назначению и конструкции должен соответствовать техническим требованиям к перевозкам пассажиров, а также должен быть допущен в установленном порядке к участию в дорожном движении и оснащен в установленном порядке тахографом, а также аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS.

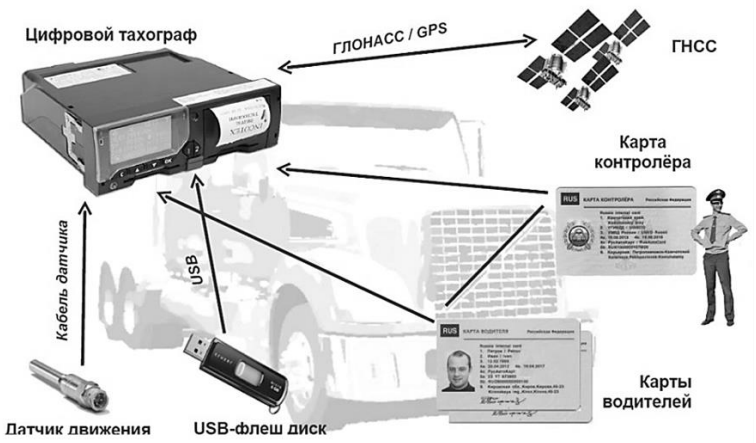


Рис. 2. Устройство системы тахографа и ГЛОНАСС

4. Автобус должен быть оснащен также проблесковым маячком желтого или оранжевого цвета, который устанавливается на его крыше или над ней и должен быть включен при движении автобуса с детьми ([1], п. 3.4 ПДД).



Рис. 3. Проблесковый маячок

5. Автобус должен иметь опознавательные знаки «Перевозка детей» ([2] п. 22.6 ПДД) в виде квадрата жёлтого цвета с каймой красного цвета, с чёрным изображением символа дорожного знака 1.23 («Дети»).



Рис. 4. Опознавательный знак «Перевозка детей»

6. Скорость движения автобуса, осуществляющего организованную перевозку детей, не должна превышать 60 км/ч ([2] п. 10.3 ПДД).

7. Для осуществления организованной перевозки группы детей используется автобус, оборудованный ремнями безопасности ([1] п. 16).

8. В транспортном средстве должны иметься список перевозимых детей и сопровождающих, программа маршрута, договор фрахтования.

9. Водитель, осуществляющий перевозку должен отвечать предъявленным требованиям, согласно [1] и [4].

Также автобус должен быть оснащен:

1) Двумя огнетушителями;
2) Тремя аптечками с действующим сроком годности;
3) Противооткатными упорами.

Оснащение автобуса для организованной перевозки детей является важным аспектом безопасности и комфорта маленьких пассажиров.

Только чёткое соблюдение данных правил может обезопасить всех участников дорожного движения и оставить исключительно положительные впечатления от поездки.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 23 сентября 2020 г. № 1527 «Об утверждении Правил организованной перевозки группы детей автобусами» (с изменениями и дополнениями).
2. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 № 1090 (ред. от 02.06.2023) «О Правилах дорожного движения» (вместе с «Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и обязанности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения»).
3. ГОСТ 33552-2015. Автобусы для перевозки детей. Технические требования и методы испытаний.
4. Приказ Минтранса России от 16.10.2020 № 424 (ред. от 12.01.2022) «Об утверждении Особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей» (Зарегистрировано в Минюсте России 09.12.2020 № 61352).

УДК 656.025

ВОВЧЕНКО И.Д., ИЛЬЯНОВ Д.С.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ АЛКОГОЛЬНОЙ ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной статье рассмотрим основные аспекты перевозки алкогольной продукции, законы, нормативы и меры контроля в этой сфере.

Перевозка алкогольной продукции регулируется рядом законов и нормативных актов. Основным документом являются: источник 1 и источник 2

Интересные факты: Закон 1 был без глобальных изменений до 2014 года И **первым важным** изменением стало “Особенности применения отдельных положений настоящего Федерального закона на территориях Республики Крым и города федерального значения Севастополя” .

Второе изменение добавила Статья 28. Особенности оборота алкогольной продукции, а также потребления (распития) алкогольной продукции в Российской Федерации в связи с подготовкой и проведением в Российской Федерации чемпионата мира по футболу FIFA 2018 года, Кубка конфедераций FIFA 2017 года, чемпионата Европы по футболу UEFA 2020 года

И **самое последнее** изменение Статья 29. Особенности применения отдельных положений настоящего Федерального закона на территориях Донецкой Народной Республики, Луганской Народной Республики, Запорожской области, Херсонской области

Перевозка алкогольной продукции возможна только при наличии лицензии. В Российской Федерации организацией, уполномоченной на выдачу алкогольных лицензий, является Федеральная служба по регулированию алкогольного рынка – Росалкогольрегулирование. Лицензия устанавливает правила, сроки и условия перевозки алкогольной продукции.

Документы для лицензии(Не полный список): Договор, подтверждающий факт законного владения и пользования транспортными средствами, предназначенными для перевозки этилового спирта и спиртосодержащей продукции (договор лизинга, купли-продажи, мены/дарения, судебное решение и т. д.);

Договор, акт, либо квитанция об оплате оборудования для учета объема перевозки алкогольной продукции;

Сертификаты соответствия установленного на транспортные средства оборудования учета;

Документы, подтверждающие факт установки приборов учета на транспортные средства.

Так, при перевозке алкоголя без лицензии, согласно ст. 14.17.2 Кодекса об административных правонарушениях, водитель будет оштрафован в размере от 3.000 до 5.000 рублей с полной конфискацией перевозимой продукции.

3. Меры контроля:

Для обеспечения контроля за перевозкой алкогольной продукции применяются меры:

Контрольные планы и проверки: Федеральная служба по регулированию алкогольного рынка (Росалкогольрегулирование). проводит регулярные проверки транспортных средств, перевозящих алкоголь, для проверки соответствия законодательству. Регулирует производство и оборот этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции Федеральный закон от 22 ноября 1995 г. № 171-ФЗ (далее – Закон № 171-ФЗ).

Контроль за производством и оборотом этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции – это функция Федеральной службы по регулированию алкогольного

рынка (Росалкогольрегулирование). Она подчиняется непосредственно Правительству РФ. Положение о Федеральной службе по регулированию алкогольного рынка утверждено Постановлением Правительства РФ от 24 февраля 2009 года № 154

Алкогольная продукция должна быть маркирована согласно установленным требованиям, указывающим на происхождение, вид и другие характеристики. Также существуют правила относительно упаковки, чтобы предотвратить подделку и обеспечить сохранность товара в процессе транспортировки.

Библиографический список

1. Федеральный закон "О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции" от 1995 . Этот закон устанавливает правила транспортировки алкоголя, включая обязательную маркировку и наличие разрешительных документов.
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях предусматривает ответственность за нарушение правил транспортировки алкогольной продукции. Решение Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 № 877 «О принятии технического регламента Таможенного союза «О безопасности колесных транспортных средств»;
3. Федеральный закон от 22.11.1995 № 171-ФЗ «О государственном регулировании производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции и об ограничении потребления (распития) алкогольной продукции»;
4. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений»;
5. Постановление Правительства РФ от 31.12.2020 № 2466 «О ведении и функционировании единой государственной автоматизированной информационной системы учета объема производства и оборота этилового спирта, алкогольной и спиртосодержащей продукции»;
6. Приказ Росалкогольрегулирования от 17.12.2020 № 398 «Об утверждении требований к автомобильному транспорту, оборудованию для учета объема перевозок этилового спирта и нефасованной спиртосодержащей продукции с содержанием этилового спирта более 25 процентов объема готовой продукции в объеме, превышающем 200 декалитров в год, к специальным техническим средствам регистрации в автоматическом режиме движения».

УДК 629.311.332

ГАВРЮШКИН Д.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ВЛИЯНИЕ ЗИМНИХ УСЛОВИЙ НА ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данного исследования является оценка влияния низких температур на эксплуатацию электромобиля.

При отрицательной температуре снижается запас хода электромобиля из-за замедления скорости химических реакций в аккумуляторных батареях. Кроме того, появляется необходимость в отопление салона автомобиля, снижается эффективность рекуперации. В табл. 1 представлены результаты тестов запаса хода электромобилей в смешанном цикле. Тест проводился при температуре воздуха -20^{0}С.

Таблица 1. **Испытания запаса хода электромобилей**

Модель	Заявленный Запас хода	Реальный запас хода	Соответствие %	Расход энергии кВтч/100 км
Zeekr 001 YOU	650	326,5	50	30,6
BYD Han EV 4WD	610	366,3	60	23,3
Mercedes-Benz EQE	717	331,1	46	29,0
Tesla Model Y	660	319,0	48	24,6
Tesla Model 3 Performance	675	312,0	46	25,1
Nissan Ariya	533	249,7	46	36,0
Toyota Bz4X	560	208,6	37	32,0

В электромобиле предусмотрена функция автоматического прогрева батареи для обеспечения возможности протекания электрохимических реакций. Из-за этого при хранении электромобиля при низкой температуре окружающей среды необходимо затрачивать энергию на поддержание температуры батареи.

Результаты тестов показывают, что при температуре -30^0C за одну ночь электромобиль в среднем теряет около 10 км запаса хода, данный показатель зависит от эффективности системы отопления и настройки его функционирования. Результаты тестов представлены в табл. 2.

Таблица 2. **Потеря заряда при стоянке**

Модель	Потеря запаса хода в статическом тесте
Tesla Model Y Performance	10
Mercedes EQS 580 4MATIC	23
Porsche Taycan 4S	9
BMW IX3	5
Ford Mustang GT	4
Toyota bZ4X PRO	7

При отрицательной температуре снижается способность аккумуляторов накапливать заряд, это значительно сказывается на времени зарядки электромобиля. Результаты тестов скорости заряда аккумуляторной батареи при температуре -15^0C от зарядной станции мощностью 120 кВт представлены в табл.3.

Таблица 3. **Скорость заряда батареи**

Модель	Емкость батареи (кВтч)	Время зарядки (мин)	Средняя мощность тока (кВт)	Максимальная мощность тока (кВт)
Nissan Ariya	90,00	81	65,58	77,23
BYD Seal 4WD	82,50	69	80,49	117,91
Zeekr 001 YOU	100,00	96	61,04	108,87
Mercedes-Benz EQE	96,10	83	68,10	91,61
Tesla Model Y	78,40	93	63,06	105,89
Tesla Model 3 Performance	78,40	101	29,97	97,29
Toyota bZ4X	66,70	423	10,53	42,92

Низкая температура негативно влияет на ресурс аккумуляторной батареи, основным ресурсоопределяющим механизмом при температуре ниже 25^0C является металлизация лития.

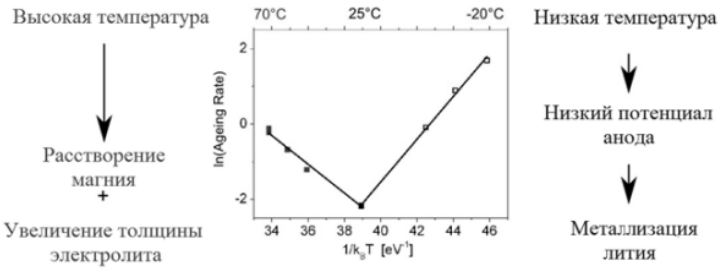


Рис.1. Причины уменьшения ресурса аккумуляторной батареи в зависимости от температурного диапазона

В результате практических исследований можно сделать вывод о негативном воздействие низких температур на эксплуатационные характеристики электромобилей. Из-за воздействия низких температур значительно снижается запас хода электромобиля, увеличивается продолжительность времени зарядки аккумуляторной батареи и уменьшается ее ресурс.

Библиографический список

1. Ютт В.Е. Оптимизация ресурсоопределяющих эксплуатационных режимов тяговых аккумуляторных батарей электромобилей 2017г. [Электронный ресурс] / режим доступа: URL: https://miit.ru/content/Диссертация.pdf?id_wm=767926
2. Особенности эксплуатации электромобилей в разные сезоны. [Электронный ресурс] / режим доступа URL: https://auto.ru/mag/article/osobennosti-sezonnoy-ekspluatacii-elektromobiley/?utm_referrer=www.google.com
3. Сравнительный тест электромобилей. [Электронный ресурс] / режим доступа URL: https://www.youtube.com/watch?v=TvATphOzKCM
4. Тестирование электромобилей в зимних условиях. [Электронный ресурс] / режим доступа URL: https://www.youtube.com/watch?v=cPEia7j76oA
5. Управление температурным режимом в электромобилях и гибридных автомобилях. [Электронный ресурс]. Режим доступа URL: https://www.hella.com/techworld/ru/Техническая-информация/Система-кондиционирования-воздуха-в-автомобиле/Управление-температурным-режимом-в-электромобилях-и-гибридных-автомобилях-1725/

УДК 629.039.58

ГАВРЮШКИН Д.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ЗАВИСИМОСТЬ ВЕЛИЧИНЫ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ОТ СОСТОЯНИЯ ПОКРЫТИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Величина тормозного пути для автомобиля является одной из важнейших характеристик, определяющих безопасность на дороге. На практике, знание и понимание величины тормозного пути помогает водителям выбирать оптимальную скорость и дистанцию. Недостаточная осведомленность о возможностях тормозной системы может иметь серьезные последствия. Не следует забывать, что тормозной путь может значительно отличаться в зависимости от состояния дорожного покрытия и погодных условий. Умение эффективно использовать тормозную систему и правильно оценивать дистанцию до остановки является ключевым фактором для обеспечения безопасности всех участников дорожного движения.

Длина тормозного пути может быть определена из условия, что работа, совершаемая машиной за время торможения, должна быть равна кинетической энергии, потерянной ею за это время.

Для определения тормозного пути будем использовать формулу профессора Д.П. Великанова:

$$S_{\text{тор}} = k_{\text{э}} V_{\text{н}}^2 / (2q\varphi_{\text{сц}}) \quad (1)$$

$V_{\text{н}}$ – скорость автомобиля в начале торможения, м/с;

$k_{\text{э}}$ – коэффициент, учитывающий техническое состояние тормозной системы, $k_{\text{э}}$=1,2 – для легковых автомобилей;

q – ускорение силы тяжести (q=9,81 м/с^2);

$\varphi_{\text{сц}}$ – коэффициент сцепления шин с дорогой;

Из формулы можно увидеть, что длина тормозного пути зависит от коэффициента сцепления шин с дорогой, который изменяется в зависимости от дорожных и погодных условий. Коэффициент сцепления шин с дорогой представляет собой меру трения или сцепления между поверхностью шины и дорожным покрытием. Он определяет способность шин передавать силу тяги, торможения и управления между автомобилем и дорогой. Высокий коэффициент сцепления обеспечивает лучшую управляемость и тормозные характеристики, поскольку больше силы передается от шин к дороге. Низкий коэффициент сцепления может привести к пробуксовке колес во время ускорения, ухудшению тормозных характеристик и управляемости.

Коэффициент сцепления шин с дорогой – это один из важнейших факторов, влияющих на безопасность при движении автомобиля. Адекватное восприятие водителем дорожных условий и поддержание шин в хорошем состоянии является важнейшими мерами для обеспечения безопасности на дороге.

Целью этого исследования является определить влияние дорожных и погодных условий на величину тормозного пути.

Для того чтобы узнать зависимость величины тормозного пути от температуры дорожного покрытия обратимся к практическим данным. Журнал «За рулем» протестировал несколько различных автомобильных шин, в ходе испытания измерялась величина тормозного пути при различных температурах воздуха и асфальта. Испытания проводились на крупнозернистом асфальте с высоким коэффициентом сцепления (около 0,8). Для измерения скорости автомобиля и величины тормозного пути использовался комплекс VBOX Racelogic (на основе данных GPS), для измерения температуры воздуха и асфальта использовался ручной инфракрасный термометр Optris MS. Торможение производилось со скорости 80 км/ч до 5 км/ч. Тестировались 9 различных моделей летних шин. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Температура асфальта, ^{0}C	-6,1…-4,2	+3,8…+8,4	+16,8…+17,8	+41,3…+47,9
Температура воздуха, ^{0}C	-6,5…-4,0	+3,5…+6,0	+12,5…+14,5	+30,5…+35,5
	Тормозной путь (80-5 км/ч), м			
Минимальное значение	24,8	24,1	24,2	24,8
Максимальное значение	27,4	26,3	26,8	28,3
Среднее значение результатов	26,5	25,6	25,5	26,5
Разброс результатов	2,6	2,2	2,6	3,5

Как показали результаты испытаний тормозной путь зависит от температуры, но изменяется незначительно. Наилучший показатель сцепления шин с дорогой был достигнут при температуре от +17 до +18 ^{0}С у одной половины из тестируемых шин, у другой половины от +4 до +8 ^{0}С. Таким образом можно сделать вывод, что оптимальный диапазон температуры для наилучшего сцепления шины с дорожным покрытием зависит от состава конкретной шины. При повышении или понижении оптимальной температуры дорожного покрытия тормозной путь увеличивается (на 3,92%). Кроме того, можно сделать вывод о том, что коэффициент сцепления изменяется незначительно при изменении температуры, и в значительной степени зависит от типа дорожного покрытия.

Коэффициент сцепления зависит от вида покрытия, его состояния, типа и конструкции шин, рисунка протектора шин, степени изношенности покрытия, скорости движения, нагрузки на колесо, температуры и других факторов.

Зависимость значения коэффициента сцепления от скорости выражается формулой [3]:

$$\varphi_{сц} = \varphi_{20} - \beta_{\varphi}(V - 20) \qquad (2)$$

где φ_{20} – коэффициент сцепления при скорости движения 20 км/ч (для асфальтобетонного покрытия φ_{20}=0,80-0,85);

β_{φ} – коэффициент изменения сцепных качеств от скорости (для асфальтобетонного покрытия β_{φ}=0,0035);

V – скорость в км/ч;

Изменения коэффициента сцепления на асфальтобетонном покрытии при увеличении скорости показаны на рис. 1.

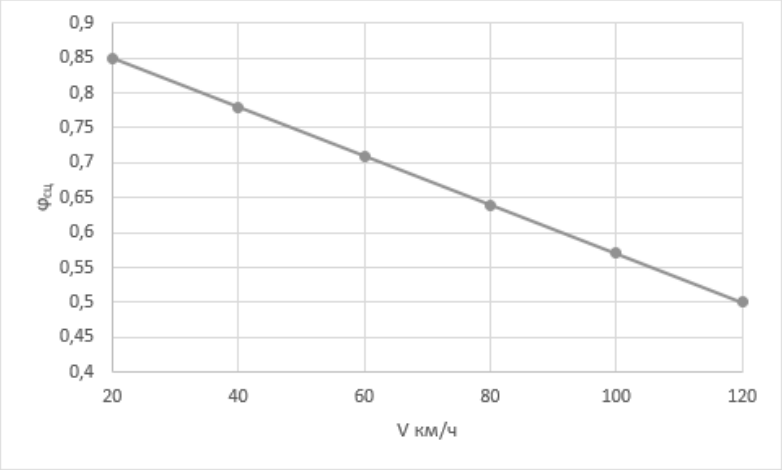


Рис.1. Зависимость коэффициента сцепления от скорости

Произведем оценочный расчет тормозного пути в зависимости от состояния покрытия.

Таблица 2

Состояние покрытия	**Покрытие**		
	Асфальтобетонное		
	φ_{20}	β_{φ}	φ_{60}
Эталонное (сухое)	0,80-0,85	0,0035	0,71
Мокрое (чистое)	0,60-0,65	0,0035	0,51
Мокрое (грязное)	0,45-0,55	0,0035	0,41
Рыхлый снег	0,15-0,35	0,001-0,004	0,19
Уплотненный снег	0,20-0,50	0,0025	0,40
Гололед	0,10-0,20	0,002	0,12

Результаты расчета тормозного пути в зависимости от состояния покрытия представлены в табл. 3.

Таблица 3

Состояние покрытия	**$S_т$ (при V=60 км/ч), м**
Эталонное (сухое)	23,9
Мокрое (чистое)	33,3
Мокрое (грязное)	41,5
Рыхлый снег	89,5
Уплотненный снег	42,5
Гололед	141,6

Как показывают результаты расчетов тормозной путь значительно отличается в зависимости от состояния покрытия. По результатам расчетов, при мокром покрытии тормозной путь увеличивается на 39,3%, самый длинный тормозной путь получается в условиях гололеда, он на 492,5% больше чем при эталонном сухом асфальте.

Библиографический список

1. Дорохин С.В., Скворцова Т.В., Логачев В.Н., Губарев В.Ю. Анализ тяговых и тормозных свойств автомобилей // Современные проблемы науки и образования. – 2014. №3. [Электронный ресурс] / режим доступа: URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=13002
2. Захаров Н.С. Влияние условий эксплуатации на долговечность автомобильных шин. – Тюмень: ТюмГНГУ, 1997. – 139 с.
3. Евтюков С.А. Влияние факторов на сцепные качества покрытий автомобильных дорог // Современные проблемы науки и образования. – 2012. – № 3. [Электронный ресурс] / режим доступа: URL: https://science-education.ru/ru/article/view?id=6099
4. Кравченко, В.А. Расчёт основных параметров автомобиля и анализ его эксплуатационных качеств – Зерноград: АзовоЧерноморский инженерный институт ФГБОУ ВО Донской ГАУ, 2018. – 154 с.

УДК 629.311.32

ГАВРЮШКИН Д.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ДЕГРАДАЦИЮ ВЫСОКОВОЛЬТНОЙ БАТАРЕИ ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ, УМЕНЬШЕНИЕ ЗАПАСА ХОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данного исследования является изучение факторов, которые способствуют ускорению процесса ухудшения свойств высоковольтной батареи электромобиля и оценка изменения величины запаса хода, вызванного этими процессами.

Деградация батареи электромобиля заключается в уменьшении объема заряда, который батарея способна хранить и выдавать. Выделяют следующие факторы, влияющие на состояние литий-ионных аккумуляторов: время, конструктивные особенности, работа на высоком и низком уровне заряда, циклы зарядки, температура.

Календарное старение батареи - это необратимая доля утраченной емкости при хранении. Основным условием, учитывающим календарное старение и саморазряд, является температура хранения. Самая медленная скорость старения наблюдается при температуре 25^0С.

Эксплуатация электромобиля с полностью заряженной/разряженной батареей является нежелательной. Чтобы избежать это производители ограничивают доступную емкость батареи с помощью добавления защитных буферов. Существуют верхний и нижний защитные буферы, которые ограничивают полный разряд и перезаряд батареи.

В процессе эксплуатации электромобиля необходимо поддерживать определенную температуру батареи. Существуют системы жидкостного и воздушного охлаждения батареи. Как показали исследования батареи автомобилей с воздушным охлаждением деградируют быстрее. Средний показатель деградации батареи с воздушным охлаждением автомобиля Nissan Leaf составил 4,2% в год, тогда как у батареи с жидкостным охлаждением автомобиля Tesla Model S он составил 2,3%.

Литий-ионные аккумуляторы показывают небольшие значение саморазряда при температуре близкой к 20^0C. Так, например, после 30 суточного хранения остаточная емкость аккумуляторов составляет 97%. При повышении температуры до 50^0C скорость саморазряда повышается в 4-5 раз. Нахождение батареи в холодной среде также нежелательно, эксперименты показали, что после нескольких циклов заряд-разряд наблюдается спад разрядной емкости.

Циклическое старение происходит, когда батарея либо заряжается, либо разряжается. При использовании станции быстрой зарядки ресурс батареи существенно сокращается.

Таблица 1. **Деградация батареи при циклах зарядки**

	Деградация батареи при 300 циклах зарядки, %
Переменный ток – до 22 кВт	до 7%
Постоянный ток – 50 кВт	10%
Постоянный ток – 70 кВт	23%

Произведем расчет снижения запаса хода за 5 лет при использовании различными типами зарядки. Среднегодовой пробег примем равным 18 000 км. Расчет будем производить для автомобиля Tesla Model Y с заявленным запасом хода 533 км. Необходимо учесть, что данный показатель является максимальным и не соответствует действительности. Для расчетов будем использовать результаты реальных испытаний, при проведении испытаний в смешанном цикле запас хода составил 81% от заявленного, в зимних условиях запас хода составил 48% от заявленного.

Таблица 2. **Результаты расчета**

Тип зарядки	**Количество зарядок**	**Время потраченное на зарядку автомобиля**	**Остаточный запас хода**
Переменный ток – до 22 кВт	257	876,1 ч	501,0
Постоянный ток – 50 кВт		385,5	487,4
Постоянный ток – 70 кВт		275,4	428,0

Результаты исследований показывают, что предпочтительнее заряжать электромобиль используя медленную зарядку, использование быстрой зарядной станции нежелательно, так как это приводит к значительной деградации батареи. Необходимо следить за температурой батареи, и стремиться к температуре около 25^0C, не допускать полного разряда батареи.

Библиографический список

1. Каневский, Л. С. Деградация литий-ионного аккумулятора и методы борьбы с ней (обзор) / Л. С. Каневский, В. С. Дубасова // Электрохимия. – 2005. – Т. 41, № 1. – С. 3-19.

2. Мокряк, А. В. Факторы влияющие на старение литий-ионного аккумулятора / А. В. Мокряк // Modern Science. – 2021. – № 4-1. – С. 468-471.
3. Деградация батарей электромобилей, практическая статистика. [Электронный ресурс] / режим доступа https://prosto.energy/blogs/news/degradatsiya-batarey-electromobilya
4. Как зарядная инфраструктура повышает лояльность. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://touch-station.com/blog/customers-loyalty
5. Практическое исследование запаса хода электромобилей. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.carwow.co.uk/electric-cars
6. Тестирование электромобилей в зимних условиях. [Электронный ресурс] / режим доступа https://www.youtube.com/watch?v=6uBj88vOnRA

УДК 629.311.3

ГАВРЮШКИН Д.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА ЗАПАСА ХОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из важных эксплуатационных характеристик для электромобилей является запас хода, или дистанция, которую электромобиль способен преодолеть на одном заряде батареи. Данная характеристика обладает такой важностью из-за продолжительности процесса зарядки электромобиля, кроме того сеть зарядных станций на данный момент недостаточно развита. В результате величина запаса хода определяет практичность и удобство в ежедневной эксплуатации.

Целью данного исследования является подсчет запаса хода с помощью использования расчетного метода, полученный результат будет сравниваться с характеристиками заявленными производителями и результатами практических замеров.

Формулы для расчета запаса хода [2] основываются на том, что для совершения перемещения автомобилю приходиться преодолевать силы сопротивления дороги (сумма сил сопротивления качению и подъему), силу сопротивления ветру, силу сопротивления разгону.

$$P_{\text{д}} = \psi m g \quad (1)$$

$$\psi = f cos\alpha + sin\alpha \quad (2)$$

$$P_{\text{в}} = k_{\text{в}} F_{\text{а}} v^2 \quad (3)$$

$$F_{\text{а}} = 0{,}78 B_{\text{а}} H_{\text{а}} \quad (4)$$

$$P_{\text{и}} = \delta_{\text{вр}} m j \quad (5)$$

где m – масса автомобиля; g=9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2; ψ- коэффициент сопротивления дороги; f – коэффициент сопротивления качению; α – угол продольного уклона дороги; v – скорость движения автомобиля, м/с; $k_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха, Н · с^2/м^4; $F_{\text{а}}$ – лобовая площадь автомобиля, м^2; $B_{\text{а}}$ – наибольшая высота автомобиля, м; j – ускорение автомобиля, м/с^2; $\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

Для проведения расчетов угол продольного уклона примем $\alpha = 0$, также примем $\psi = f$.

Для преодоления сил сопротивления при разгоне необходимо совершить работу, которую можно определить по следующей формуле:

$$\text{А}_{\text{р}j} = \frac{\psi m g (v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2 j_i} + \frac{k_{\text{в}} F_{\text{а}} (v_{i+1}^4 - v_i^4)}{4 j_i} + \frac{\delta_{\text{вр}} m (v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2} \quad (6)$$

При этом энергия, которую затратит автомобиль на разгон можно найти по формуле:

$$E_{\text{нэр}i} = \frac{\text{А}_{\text{р}i}}{\eta_{\text{су}} \cdot 3{,}6 \cdot 10^6} \quad (7)$$

где $\eta_{\text{су}}$ – КПД электромеханической силовой установки, равный произведению коэффициентов полезного действия компонентов:

$$\eta_{\text{су}} = \eta_{\text{и}}\eta_{\text{эд}}\eta_{\text{м}} \quad (8)$$

где $\eta_{\text{и}}$ – КПД инвентора; $\eta_{\text{эд}}$ – КПД тягового электродвигателя; $\eta_{\text{м}}$ – КПД механической части силовой установки.

На участке с постоянной скоростью работа по преодолению сил сопротивления движению будет иметь вид:

$$\text{А}_{\text{п}} = \psi mg v_i(t_{i+1} - t_i) + k_{\text{в}}F_{\text{а}}v_i^3(t_{i+1} - t_i) + k_{\text{в}}F_{\text{а}}v_i^3(t_{i+1} - t_i) \quad (9)$$

Энергия, расходуемая автомобилем на этом участке, рассчитывается по формуле:

$$E_{\text{нэп}} = \frac{\text{А}_{\text{п}i}}{\eta_{\text{су}} \cdot 3{,}6 \cdot 10^6} \quad (10)$$

В процессе торможения электромобиль способен осуществлять процесс рекуперации энергии. Энергия, получаемая в процессе рекуперативного торможения может быть найдена по следующей формуле:

$$E_{\text{нэрек}i} = \eta_{\text{рек}}\left(\frac{\delta_{\text{вр}}m(v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2} - \frac{\psi mg(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2j_i} - \frac{k_{\text{в}}F_{\text{а}}(v_{i+1}^4 - v_i^4)}{4j_i}\right)/(3{,}6 \cdot 10^6) \quad (11)$$

где $\eta_{\text{рек}}$ – КПД рекуперации.

Расходуемая за цикл энергия накопителя определяется путем суммирования затрат на отдельных участках. Общие затраты энергии при движении по заданному циклу вычисляются как разность расходуемой и рекуперируемой энергий:

$$E_{\text{НЭзатр}} = E_{\text{НЭрасх}} - E_{\text{НЭрек}} \quad (12)$$

Удельный расход энергии накопителя за цикл в кВт · ч на км пути рассчитывается по формуле:

$$E_{\text{НЭуд}} = \frac{E_{\text{НЭзатр}}}{L_{\text{ц}}} \quad (13)$$

Здесь $L_{\text{ц}}$ – расстояние, км, проходимое электромобилем при движении по заданному циклу.

Для расчетов используем циклы из ГОСТ Р 41.101-99.

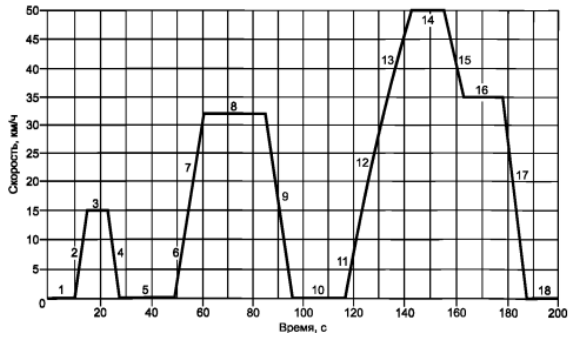


Рис.1. Простой городской цикл

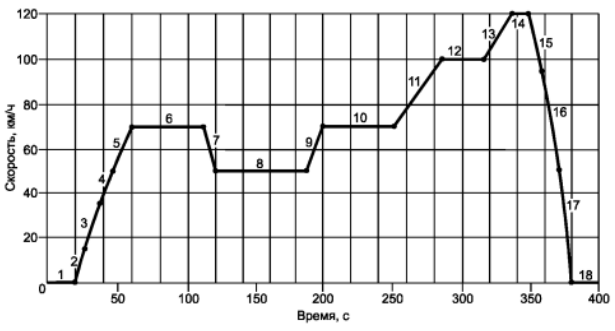


Рис.2. Простой загородный цикл

Запас хода будет определяться для нескольких автомобилей, характеристики которых представлены в табл. 1.

Таблица 1

Автомобиль	**Kia EV6**	**Skoda Enyaq IV**	**BMW IX3**	**Hyundai Ioniq 5**	**Audi Q4 e-tron**	**Ford Mustang Mach-e**
Снаряженная масса, кг	2040	1965	2255	1950	2210	2070
$k_{в}$, $Н \cdot с^2/м^4$	0,28	0,26	0,34	0,29	0,28	0,30
Габаритный размеры, (ДхШхВ), мм	4680x1880 x1550	4685x1877 x1618	4740x1890 x1670	4635x1890 x1605	4588x1865 x1632	4714x1882x16 26
Запас хода, км	499	500	450	480	480	430
Энергоемкость ВВБ, кВт · ч	77	77	80	73	82	70
$F_{а}$, $м^2$	2,27	2,37	2,46	2,37	2,37	2,39
КПД инвентора	0,98					
КПД тягового электродвигателя	0,95					
КПД механической силовой установки	0,95					
$\delta_{вр}$	1,03					
КПД рекуперации	0,7					

Данные автомобили были подвергнуты тестированию по определению максимального запаса хода. Тестирование проводилось следующим образом, автомобили двигались по загородному шоссе с постоянной скоростью 90 км/ч без ускорений, при остаточном запасе хода в 30 км, автомобиль съезжал с шоссе и продолжал свое движение в городе до полного разряда батареи.

Произведем расчеты запаса хода по изложенной методике для смешанного цикла. Результаты расчетов сведем в табл. 2.

Таблица 2

Автомобиль	**Kia EV6**	**Skoda Enyaq IV**	**BMW IX3**	**Hyundai Ioniq 5**	**Audi Q4 e-tron**	**Ford Mustang Mach-e**
Заявленный запас хода	499	500	450	480	480	430
Расчетный	420	435	356	386	421	353
Полученный в ходе испытаний	439	425	414	381	377	367

Данный расчетный метод может использоваться для расчета запаса хода электромобиля. Полученные результаты близки к результатам, которые были получены в ходе практических испытаний. Расчеты показали, что для увеличения запаса хода необходимо стремиться к уменьшению коэффициента аэродинамического сопротивления автомобиля.

Библиографический список

1. Гост Р 41.101-99 Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей, оборудованных двигателем внутреннего сго-

рания, в отношении измерения объема выбросов диоксида углерода и расхода топлива, а также транспортных средств категорий M1 и N1 оборудованных электроприводом, в отношении измерения расхода электроэнергии и запаса хода.
2. Расчетная оценка запаса хода электромобиля на одной зарядке аккумуляторной батареи / С. Н. Поддубко, Н. Н. Ишин, А. М. Гоман [и др.] // Актуальные вопросы машиноведения. – 2019. – Т. 8. – С. 209-215. – EDN DQSTOU. [Электронный ресурс] / режим доступа : https://www.elibrary.ru/item.asp?id=41801779
3. Практическое исследование запаса хода электромобилей. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.carwow.co.uk/electric-cars
4. Технические характеристики Audi Q4 e-tron. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Audi_Q4_e-tron
5. Технические характеристики BMW IX3. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.drom.ru/catalog/bmw/ix3/
6. Технические характеристики Ford Mustang Mach-e. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.drom.ru/catalog/ford/mustang_mach_e/g_2019_12807/
7. Технические характеристики Hyundai Ioniq 5. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.drom.ru/catalog/hyundai/ioniq_5/2021/
8. Технические характеристики Kia EV6. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.drom.ru/catalog/kia/ev6/
9. Технические характеристики Skoda Enyaq IV. [Электронный ресурс] / режим доступа: https://www.drom.ru/catalog/skoda/enyaq_iv/g_2020_11997/

УДК 621.113

ГОЛУБЕВА М.В., ГОЛУБЕВ М.В., ГОНЧАРОВ К.О.

АНАЛИЗ ДТП С УЧАСТИЕМ ПЕШЕХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из государственных программ Российской Федерации является снижение аварийности на автомобильном транспорте. Аварийность на дорогах наносит колоссальный вред нашему Государству, экономике и населению. Ежегодно на дорогах Российской Федерации погибает более 14 тыс. человек и получают травмы более 150 тыс. человек.

Проанализировав статистику ДТП за последние 3 года, было выявлено, что одними из самых распространённых видов ДТП являются столкновения с участием нескольких транспортных средств, наезды на пешеходов, опрокидывания автомобилей и столкновения с препятствиями на дороге (рис.1):

Ежегодно в РФ совершается около 70 тысяч наездов на пешеходов – это каждое четвертое ДТП (с пострадавшими). В крупных городах до половины всех ДТП – наезды на пешеходов, из них на пешеходных переходах в городах происходит каждый третий наезд на пешехода, в том числе по вине водителей - в 86% случаев.

По данным Министерства внутренних дел Российской Федерации, ГИБДД России по Нижнему Новгороду в период с 1 января 2021 года количество ДТП составило 5502, 129 погибших и 6625 пострадавших. Причины высокого травматизма пешеходов на дорогах можно условно разделить на основные и субъективные. К основным относятся факторы, связанные с условиями передвижения пешеходов по дорогам, такие как несоответствие действующих требований по безопасности для пешеходных переходов, скоростным режимам движения, отсутствие у пешеходных переходов элементов активной безопасности, плохая видимость знаков «пешеходный переход» и разметки «зебра». К субъективным можно отнести причи-

ны, связанные с культурой, воспитанием, законодательным стимулированием исполнения требований Правил дорожного движения.

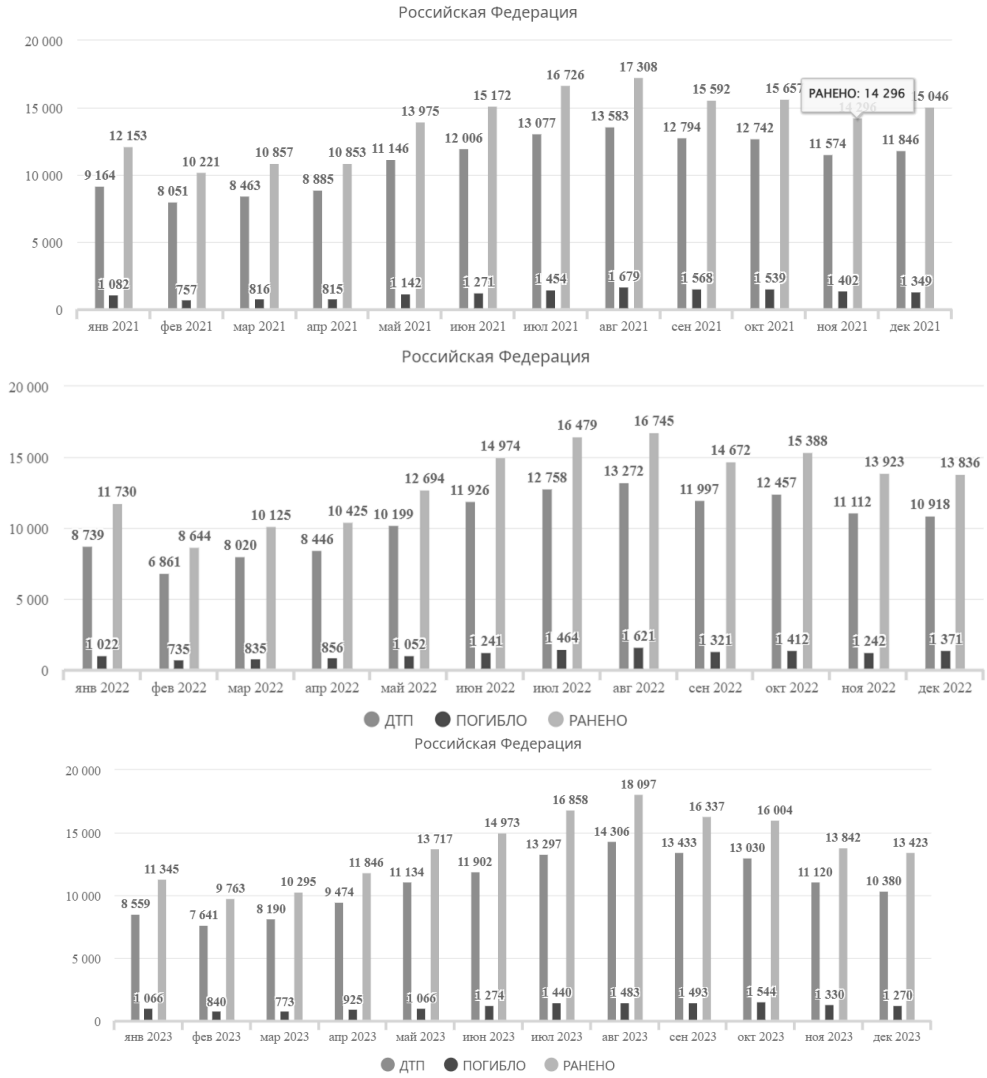


Рис.1. Статистика ДТП по Российской Федерации за 2021-2023 гг.

Стоит отметить, что острейшей проблемой является плохая видимость пешехода в темное время суток. По статистике наезды на пешехода в тёмное время суток составляют 39,5% всех ДТП, что превышает дневной показатель примерно на 10%, а риск получить смертельные травмы в тёмное время для пешеходов повышается на 43,9%. Именно в темное время суток гибнет более двух третей: 69,1% от всех погибших пешеходов. Что касается сезонов, то большинство аварий приходится на лето: июнь, июль и август.

УДК 621.113

ГОЛУБЕВА М.В., ГОЛУБЕВ М.В., ГОНЧАРОВ К.О.

АНАЛИЗ ДТП В ЗОНЕ ОСТАНОВОЧНЫХ ПУНКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе исследования так же было выявлено, что безопасность пассажиров недостаточно изучена в зоне влияния остановочного пункта. Для решения проблемы был проведён анализ пассажиропотока по каждому остановочному пункту ГПТ.

Для анализа пассажиропотока были выбраны наиболее востребованные автобусные маршруты – пригородный № 225, и городские № 90 и №2. Проведя подсчёт вышедших, вошедших пассажиров на каждом остановочном пункте маршрутов были получены следующие результаты (рис.1).

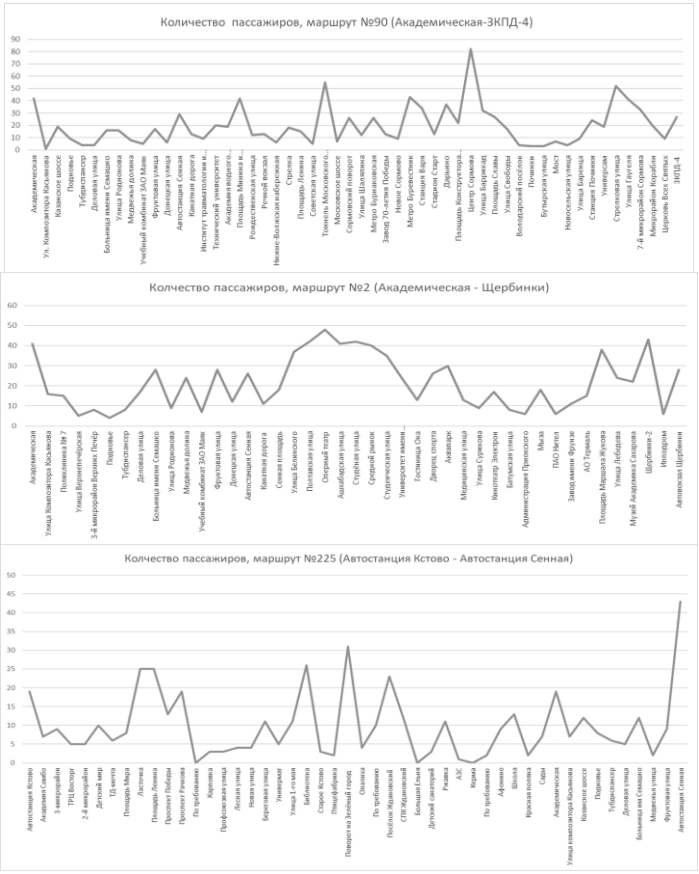


Рис.1. Диаграмма динамики пассажиропотока на маршрутах №225, №90, №2

Сейчас в России реализуется национальный проект «Безопасные и качественные дороги», конечная цель которого — достичь нулевой смертности от ДТП к 2030 году. В рамках проекта поставлены задачи — снизить смертность в результате ДТП в 3,5 раза и сократить количество мест концентрации ДТП на 50 % к 2024 году по сравнению с 2017 годом. Работы в регионах идут полным ходом, но снижение смертности наблюдается только в некоторых регионах. Для того чтобы достичь определённой эффективности нужны данные ДТП — чем подробнее, тем лучше.

Анализ данных помогает выявить точные причины ДТП и, разработать конкретные решения по повышению безопасности, определить возможность их реализации и оценить эффекты как от планируемых мероприятий, так и принятых мер. Статистический анализ ДТП, сопоставление данных ДТП с другими пространственными данными, статистическая и экспертная оценка проектных решений и мер, способствующих снижению числа ДТП, — все это становится невозможным, так как данные часто оказываются неполными и неточными.

С помощью проекта «Карта ДТП», который является одним из ключевых инструментов реализации программы Vision Zero, помогающий выявлять реальные причины ДТП, оценивать уровень развития инфраструктуры, а также разрабатывать качественные решения и программы по повышению безопасности на улицах и дорогах была получена статистика пострадавших вблизи остановочного пункта ГТП. Совместив со статистикой ДТП, получили график с 2 кривыми (рис. 2), который отражают количество вошедших, вышедших пассажи-

ров, и отметили на карте совпадения маршрута с точками концентрации ДТП.



Рис.2. Совмещение диаграмм пассажиропотока и количества пассажиров

Таким образом мы получили карты автобусных маршрутов с указанием мест остановочных пунктов с наибольшим количеством ДТП (рис. 3):



Рис.3. Карты аварийности с отмеченными опасными остановочными пунктами

Подобные карты аварийности составлены для каждого маршрута, демонстрируют несовершенство того, или иного остановочного пункта и инфраструктуры в зоне его влияния.

Для проверки гипотезы был детально изучен остановочный пункт на автостанции Сенной, где нет ни павильонов, ни разметки, ни ограждения для движения пешеходов к остановочному пункту и от него (рис.4):

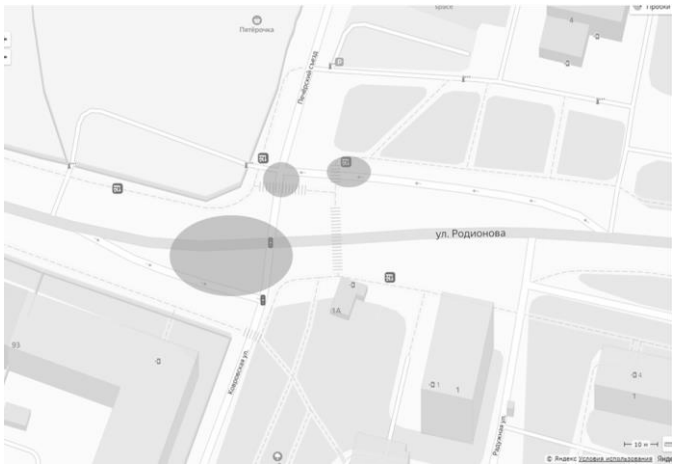


Рис. 4. Анализ остановочного пункта «Автостанция Сенная»

Таким образом, карты аварийности дают возможность обратить внимание на инфраструктуру остановочного пункта, причин наибольшего концентраций ДТП с целью повышения безопасности движения и с дальнейшим совершенствованием инфраструктуры остановочного пункта и зоны его влияния.

УДК 658.51

ГОЛУБЕВА М.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

ВНЕДРЕНИЕ LEAN-ТЕХНОЛОГИИ DOM НА ООО ФИРМА «ПРОМСВЕТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последнее десятилетие в Российской Федерации значительно возрос интерес к вопросам менеджмента, управления предприятиями, преобразованиям организационных структур компаний.

В мировой практике за последнее время было создано множество новых концепций и методов менеджмента: реинжиниринг бизнес-процессов, TQM, BSC, статистическое управление процессами, «5S», «Шесть сигм» и многое другое.

Концепция бережливое производство занимает одно из наиболее видных мест среди современных предложений по менеджменту. С распространением концепции бережливого производства многие предприятия стали внедрять его для достижения преимущества над конкурентами.

Общество с ограниченной ответственностью Фирма «Промсвет» развивается в следующих направлениях: продажа светотехнической и электротехнической продукции, проектированием, монтажом внутреннего и наружного освещения и электроснабжения, производством.

В ходе рассмотрения технико-экономических показателей (табл.1) предприятия было выявлено, что произошёл упадок промышленности и приостановка деятельности предприятия. Снижение спроса и предложения привело к падению доходов организации.

Таблица 1. **Основные технико-экономические показатели деятельности ООО Фирмы «Промсвет» за 2018-2020 г.г.**

Показатель	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г. к 2023 г.	
				+/-	Темп роста,%
Среднегодовая стоимость основных средств	8 467	57 995	61 346	4523	68,24%
Выручка от продажи товаров	1 240000	767 000	1 734 000	-148910	88,48%
Прибыль от продаж	−305 000	−127 000	-	-5391	67,98%
Чистая прибыль	−26 000	238 000	235 000	-789	90,53%
Фондоотдача	2,29	2,51	-	26,92	129,66%
Фондоемкость	0,40	0,43	-	-0,003	72,73%
Рентабельность продаж, %	0,04	0,33	-	-0,3	76,92%
Рентабельность основных производственных фондов, %	-0,03	0,71	-	19,11	132,66%
Количество работников (всего)	111	111	103	-8	92,79%
Количество работников (склад)	20	20	6	-14	30%

В ходе исследования предприятия были выявлены следующие потери:

1. перепроизводство – производство продуктов или услуг больше, чем востребовано;
2. лишние движения при работе на складе – нерациональная планировка рабочей зоны;
3. перегрузка – излишняя нагрузка на рабочих, сотрудников или мощностей при работе с повышенной интенсивностью;
4. излишние запасы – затраты на поддержание ценности запасов: хранение, погрузка/разгрузка и т.п.

Основной задачей ООО Фирмы «Промсвет», стремящейся к повышению качества продукции через снижение потерь, выступает создание четко проработанной схемы действий. Для реализации поставленной цели возникает необходимость внедрения DOM (Daili Operational Meeting) на предприятие.

Это оперативное совещание, необходимое для действенного управления всеми видами деятельности предприятия.

Оперативные совещания должны проводится регулярно, как правило в одни и тот же час и день недели. Состав участников – более или менее постоянный. Повестка дня варьируется незначительно. Длительность таких совещаний – от 10 до 40 минут.

При подготовке совещания руководитель фиксирует перечень тех, кто хочет обсуждать вопросы, просматривает протоколы предыдущих заседаний на предмет проверки выполнения розданных поручений, определяет необходимость приглашения дополнительных участников и т.п.

Данное мероприятие состоит из следующих этапов:

1) Анализ на своём совещании следующих показателей:

- плановые и фактические показатели;
- безопасность;
- качество продукции;
- простои;
- замечания от операторов;

- параметризация;
- CIL.

2) Выявление правильных проблем.
3) Root Cause Analysis (анализ коренных причин).
4) Разработка плана, включающая установление сроков проведения.
5) Определение стандартных задач: любая проблема должна найти отражение в системе, например, внести в план ППР, ежедневный технический контроль, CIL, стандартизированние процесса. Так же необходимо осуществить контроль за исполнением плана.

После всех этапов необходимо повторно осуществить анализ проблем на следующем совещании.

УДК 656.13

ЕГОРОВ Е.А, БЕРДНИКОВ Л.А., КУТАСОВ И.А.

ТРАНСПОРТИРОВКА ЛИЦ, ЛИШЕННЫХ СВОБОДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При использовании транспортных средств, оборудованных боксами, обеспечивающими безопасную перевозку, для транспортировки заключенного вне зависимости от длительности транспортировки площадь индивидуальных камер не должна быть менее 0,6 кв. м. Индивидуальные камеры площадью около 0,6 кв. м могут считаться приемлемыми для перемещений на небольшие расстояния, но для длительных перевозок площадь камер должна быть намного больше . Площадь бокса или камеры, предназначенных для транспортировки более чем одного заключенного на небольшое расстояние, должна быть не менее, а желательно более 0,4 кв. м на каждого перевозимого. При транспортировке на большие расстояния площадь боксов должна быть не менее 0,6 кв. м на каждого перевозимого6 . Боксы или камеры, используемые для транспортировки заключенных, должны иметь разумную высоту потолка . Все транспортные средства должны быть чистыми , обеспечивать достаточное освещение и вентиляцию, а также надлежащим образом отапливаться . Транспортные средства должны быть оснащены удобными средствами для отдыха (скамейками или сидениями) . В случае ночной перевозки на поезде купе должны быть оборудованы койками или нарами, во время поездки каждому заключенному должны предоставляться матрас, простыня и одеяло.

Заключенные должны перевозиться в специально предназначенных для этого транспортных средствах, оборудованных с учетом соответствующих требований безопасности для защиты заключенных. Количество перевозимых заключенных не может превышать вместимость транспортных средств, используемых для их транспортировки. Заключенные не должны перевозиться стоя вследствие нехватки сидячих мест. Заключенные не должны оставаться внутри конвойного фургона при пересечении водных объектов на пароме, если это противоречит требованиям безопасности, установленным органами надзора в сфере водного транспорта. Все транспортные средства, используемые для транспортировки заключенных, должны быть оснащены необходимыми средствами защиты (такими, как ремни безопасности) . Заключенные всегда должны перевозиться в сопровождении караула вне зависимости от длительности транспортировки и используемого транспортного средства . Транспортные средства должны быть оборудованы таким образом, чтобы у заключенных имелась возможность обратиться к личному составу караула . Двери камер/боксов должны быть оснащены оборудованием автоматического (и/или быстрого) открывания замков в случае чрезвычайной ситуации. Необходимо принимать меры для предупреждения насилия, запугивания или хищений в отношении заключенных со стороны других пассажиров .

Применение наручников и/или смирительных поясов для ограничения подвижности заключенных во время транспортировки допускается лишь в отдельных случаях, когда это явно оправдано существующими рисками. Если применение данных средств признано абсолютно необходимым, следует применять их таким образом, чтобы свести к минимуму любую вероятность причинения вреда заключенному. Подобные средства не должны применяться в случаях, когда заключенные заперты в безопасных камерах или боксах . В ходе транспортировки следует избегать практики сковывания наручниками рук заключенного за спиной, поскольку это создает дискомфорт и вызывает угрозу причинения вреда заключенному в случае дорожно-транспортного происшествия. Никогда не должны применяться электрошоковые пояса, могут и должны быть найдены альтернативные средства ограничения подвижности заключенных. Следует отменить практику применения к заключенным средств, не позволяющих им видеть (например, очков с ограниченной видимостью или повязок на глаза) при транспортировке из одного места к другому.

Транспортные средства, используемые для перевозки заключенных в больницу и из больницы, должны быть оборудованы с учетом их состояния здоровья. При перемещении заключенного необходимо обеспечивать конфиденциальность сведений о его состоянии здоровья. Должна быть прекращена практика сегрегации заключенных на основании их ВИЧ-статуса .

Библиографический список

1. А.Э. Горев. Грузовые автомобильные перевозки - М.: ИД Академия, 2008.
2. Л.А. Бердников, Н.А. Кузьмин. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте.
3. Положение о рабочем времени и времени отдыха водителей: Приказ Минтранса России от 16.10.2020 № 424.
4. Правила обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом: Приказ Минтранса России от 30.03.21 № 145.

УДК 621.3

ЕЛИЧЕВА Е.Д.

ВЛИЯНИЕ АВТОТРАНСПОРТА НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

Важнейшей глобальной общечеловеческой проблемой современности стала экологическая проблема, которая заключается в ухудшении качества окружающей среды. Одним из загрязнителей окружающей среды является транспорт. Все виды современного транспорта носят большой ущерб атмосфере.

Автомобильный транспорт воздействует на окружающую среду очень значительно, поскольку транспорт загрязняет воздух и почву, усугубляют глобальное потепление, влияет на здоровье человека. [3]

Основные компоненты, поступающие в атмосферу при сжигании бензина и дизельного топлива в работающих двигателях: углекислый газ, оксиды серы и азота, альдегиды, сажа. Продукты горения топлива способны вызвать аллергию, пневмонию, поражения печени и другие заболевания у человека.

Использование автомобилей приводит к возрастанию шумового загрязнения, вследствие которого произошло нарушение экологического цикла, и многие животные испытали в связи с этим проблемы в поведении.

Влияние автомобильного транспорта на окружающую среду проявляется:

- во время движения автомобилей;
- при техническом обслуживании;
- при функционировании инфраструктуры, обеспечивающей его действие.

Воздух страдает от недостаточного технического обслуживания автомобилей, от низкого качества топлива и от недостаточной развитости системы управления транспортными потоками.

По борьбе с проблемой применяют меры: вводят экологические стандарты на топливо, ограничивают въезд грузовой техники в городскую черту, обновляют автобусные парки и вводят зоны платной парковки.

Деревья сажают вдоль дороги, чтобы они поглощали в себя пыль и выхлопные газы, т.к. в городе намного меньше свежего воздуха, чем за городом, где много природы и мало движения транспорта. А деревья не только впитывают загрязнение воздуха, а ещё выделяют кислород. Деревья способны поглощать углекислый газ. А от машин много выхлопных газов. Деревья помогают очищать окружающую среду. По нормам СНиП и СанПиН от автомобильной трассы до деревьев должно быть 2м. В настоящие время вместо деревьев ставят шумозащитные экраны.

Наибольший выброс токсичных веществ в отработавших газах автомобилей происходит при неправильно отрегулированном карбюраторе, системе зажигания, форсунках, топливном насосе высокого давления, а также при неисправностях системы выпуска отработавших газов. [4]

Масштабное снижение выбросов от ДВС окажет положительное влияние на качество воздуха, снизит вероятность выпадения кислотных дождей, изменения климата.

Транспорт с бензиновыми и дизельными двигателями – крупный источник загрязнения воздуха и выбросов углерода.

Дизельный двигатель потребляет меньше топлива, соответственно, и масса его выбросов меньше, чем у бензинового. КПД дизельного на 40% больше бензинового, а расход топлива на 20% меньше. Эти 20% - преимущество: меньше горения, меньше выбросов.

Для обеспечения экологически устойчивого развития экологической безопасности автомобильного транспорта необходимо эффективное использование имеющихся инфраструктур, снижение потребностей на перевозки и готовность перехода к использованию экологически чистых транспортных средств.

Предполагается два направления решения проблемы:

- совершенствовать автомобили – переход на экологические виды топлива (электрические и водородные);
- совершенствовать дороги – ставить защитные экраны.

Библиографический список

1. Аксенов И.Я. Аксенов В.И. Транспорт и охрана окружающей среды. – М.: Транспорт, 1986. – 176с.

2. Луканин В.Н., Буслаев А.П., Трофименко Ю.В. и др. Автотранспортные потоки и окружающая среда: Учебное пособие для вузов. М.: ИНФРА-М, 1998-408 с.

3. Fuglestvet et al. Climate forcing from the transport sectors // Center for International Climate and Environmental Research. — 2008. — [Electronic resource]. Access Mode: https://www.researchgate.net/publication/5670799_Climate_forcing_from_the_transport_sectors

4. Cars, Trucks, and Air Pollution. — December 5, 2014. — [Electronic resource]. Access Mode: https://www.ucsusa.org/clean-vehicles/vehicles-air-pollution-and-human-health/cars-trucks-air-pollution#.WyVDIqczbIU

УДК 656.025

ЕРМАКОВ Я.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПЕРЕВОЗКА АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автовоз – транспортное средство, конструкция и технические характеристики которого позволяют безопасно, надежно и максимально быстро перевезти спецтехнику, легковые автомобили и мототехнику.

Использование автовозов — основной и базовый вид перевозки, который используется либо как самостоятельный вид доставки, либо на части маршрута, например, до морского порта или железнодорожной станции.

Перевозка автомобилей в специализированных вагонах обычно используется при транспортном плече от 1 500 км.

Эвакуаторы активно используются для перевозки автомобилей внутри городов, куда въезд большегрузного транспорта ограничен или запрещен, а также для подвоза транспортных средств для погрузки на железнодорожные платформы.

Подвижной состав для транспортировки должен характеризоваться габаритными требованиями, а именно иметь длину 20 метров, ширину – 2,55 метра и высоту – 4 метра.

Автовоз "КАМА STAYER" на шасси автомобиля КАМАЗ 43085 - автовоз, способный перевозить 8 легковых автомобилей.

Таблица 1

Снаряженная масса шасси, кг	6400
Полная масса с грузом, кг	14000
Нагрузка на переднюю ось, кг	7000
Нагрузка на заднею ось, кг	7000
Допустимая масса прицепа, кг	14000
Расход топлива	25/30
Масса	15360
Количество перевозимого транспорта	8



Рис.1.



Рис.2.

Для товарного автомобиля нужны следующие документы:

1. Свидетельство о регистрации транспортного средства, если автомобиль состоит на учете в ГИБДД.
2. Оригинал ПТС или его нотариально заверенная копия, если автомобиль снят с учета в ГИБДД.

Во время процесса погрузки автомобиля важно уделить внимание таким деталям:

1. На платформе не должно быть посторонних, острых предметов;

2. Заезжать на конструкцию необходимо со скоростью до 20 км/ч;
3. Расстояние до автомобилей должно быть минимум 20 см.;
4. Перевозимая машина должна иметь две упорные колодки, а для крепления должны быть минимум два крепежных ремня;
5. Все двери нужно закрыть, а ключи собрать в футляр.

Водитель автовоза должен знать:

1. правила дорожного движения, штрафные санкции за их нарушение;
2. основные технические характеристики и общее устройство автовоза, показания приборов и счетчиков, элементы управления (предназначение клавиш, кнопок, рукояток и т.д.);
3. порядок установки и снятия систем сигнализации, характер и условия их срабатывания;
4. порядок и сроки проведения очередного технического обслуживания, технического осмотра, проверки давления в шинах, износа шин, угла свободного хода рулевого колеса и т.п. согласно инструкции эксплуатации автовоза;
5. причины, способы обнаружения и устранения неисправностей, возникших в процессе эксплуатации автовоза;
6. правила перевозки грузов;
7. влияние погодных условий на безопасность вождения автомобиля;
8. способы предотвращения дорожно-транспортных происшествий;
9. порядок оформления приемосдаточных документов на перевозимые грузы;
10. правила заполнения первичных документов по учету работы обслуживаемого автомобиля;
11. правила хранения транспортного средства в гаражах и на открытых стоянках;
12. правила погрузки автомобилей;
13. особенности организации междугородних перевозок.

Водитель-экспедитор руководствуется в своей деятельности:

1. законодательными актами РФ;
2. Уставом компании, Правилами внутреннего трудового распорядка, другими нормативными актами компании;
3. приказами и распоряжениями руководства;
4. настоящей должностной инструкцией.

Об отдыхе и режиме рабочего времени можно ознакомиться в Приказе Министерства транспорта РФ от 16 октября 2020 г. № 424 “Об утверждении особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей”.

Автовозы — отличная альтернатива для перевозки автомобилей эвакуатором, ведь они более вместительны, надежны и позволяют за один раз перевозить до 8-10 единиц техники. Благодаря большому модельному ряду, можно с легкостью подобрать транспорт отечественного или иностранного производства, а после использовать его с учетом действующих требований и правил.

Библиографический список

1. А.Э. Горев. Грузовые автомобильные перевозки - М.: ИД Академия, 2008.
2. Л.А. Бердников, Н.А. Кузьмин. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте.
3. Положение о рабочем времени и времени отдыха водителей: Приказ Минтранса России от 16.10.2020 № 424.
4. Правила обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом: Приказ Минтранса России от 30.03.21 № 145.
5. Документальное оформление погрузки-разгрузки ТС: ФЗ РФ - №402.

УДК 621.113

ЖДЫРЕВА А.В., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

АНАЛИЗ ОКТАНОВОГО ЧИСЛА БЕНЗИНОВ ЭКСПРЕСС-МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За последние годы требования к экологичности автомобилей и качеству бензина значительно изменились.

Экологические требования к автомобилям стали более строгими в связи с растущим осознанием вопросов окружающей среды и необходимостью сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу. Такие выбросы включают углекислый газ (CO2), оксиды азота (NOx) и частицы твердых веществ. Автомобильные производители вынуждены улучшать технологии и разрабатывать автомобили с более низким уровнем выбросов. Такие технологии включают системы очистки выхлопных газов (например, катализаторы) и использование альтернативных источников энергии (например, электромобили).

Качество бензина также изменилось. В некоторых странах требования к содержанию серы в бензине были ужесточены. Это связано с тем, что высокое содержание серы в бензине приводит к повышенным выбросам вредных веществ при сжигании топлива. Бензин с более низким содержанием серы считается более экологичным и способствует снижению выбросов вредных веществ.

Надежная, эффективная и экономичная работа бензинового автомобильного двигателя будет обеспечена только в том случае, если бензин удовлетворяет требованиям, установленным ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия» [1].

Октановое число бензина - это показатель его степени сжимаемости в двигателе внутреннего сгорания. Чем выше октановое число, тем лучше бензин сжимается без предварительного самовозгорания при работе двигателя.

Октановое число определяется сравнением характеристик топлива смесей двух показателей: октана и гептана. Октан является стандартным веществом с высоким октановым числом, которое равно 100. Гептан же обладает низким октановым числом, равным 0. Исходя из этого, октановое число бензина указывает, насколько лучше он сжимается в двигателе по сравнению с смесью октана и гептана.

Определение октанового числа бензина проводится с помощью, соответствующей стандартизированной испытательной методики. Одним из таких методов является исследовательский метод, при котором сравниваются свойства топлива смеси октана и гептана при определенных рабочих условиях. Путем изменения соотношения октана и гептана в смеси и анализа результата можно определить октановое число бензина.

Высокое октановое число позволяет использовать большее сжатие газовой смеси в цилиндре двигателя без предварительного самовозгорания, что повышает его эффективность и плавность работы. Более низкое октановое число может привести к проблемам с детонацией, которая может повредить двигатель. Поэтому правильный выбор бензина с соответствующим октановым числом важен для обеспечения надежной и эффективной работы двигателя.

Для реального исследования качества бензина было проведено экспериментальное исследование в лаборатории НГТУ им. Р.Е. Алексеева, кафедра «Автомобильный транспорт». Исследование было произведено экспресс-методом с использованием анализатора качества горюче-смазочных материалов – октанометра модели SHATOX SX-100K.

Данный прибор позволяет определить октановое и октановое числа топлив, соответствующий моторному и исследовательскому методам.

Принцип работы прибора заключается заключается в определении детонационной стойкости бензинов, самовоспламеняемости дизельных топлив на основании измерения их диэлектрической проницаемости. [2]

Октанометр SHATOX SX-100K состоит из датчика емкостью 75 мл и электронного вычислительного блока, кроме того, в состав комплекта входит сумка, паспорт прибора, руководство по эксплуатации и др.

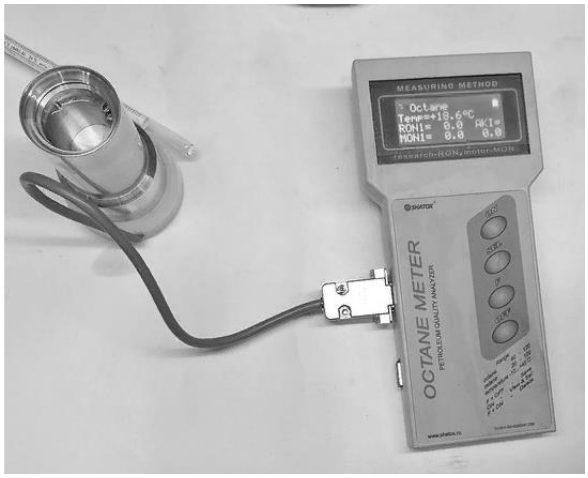


Рис.1. Проведение испытания

Для проведения анализа октанового числа были отобраны образцы топлив с различных АЗС в Нижнем Новгороде. Образцы были отобраны в пластиковую тару напрямую с заправочной колонки. По итогам экспертизы характеристики образцов сравнили с ГОСТ 32513-2013 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия».

Наименование показателя	Значение для марки		Метод испытания
	АИ 92	АИ 95	
Октановое число (не менее): - по моторному методу - по исследовательскому методу	 83,0 92,0	 85,0 95,0	ГОСТ 8226-2015, ГОСТ 8226-2015 ГОСТ 32340-2013, ГОСТ 511-2015



Рис. 2. Датчик

Испытуемый образец, используя лабораторную посуду емкостью 75 мл, аккуратно залить в датчик до полного наполнения. С помощью имитатора пробы и электронного вычислительного блока замерялись полученные значения. В данном исследовании регистрировались такие показатели, как плотность топлива, октановое число и температура. Процесс измерения и обновления занимало примерно 30 с. После измерений, исследуемый образец выливался из измерительного датчика и наливался следующий.



Рис.3. Определение плотности ареометром

Результаты исследований приведены в табл.1.

Таблица 1. **Результаты исследования**

Исследуемый параметр	**АИ 92**	**АИ 95**
Плотность, г/см^3	728	734
Температура, С	17,5	18
Октановое число	96,8	95,2

При исследовании образцов топлива было выявлено, что октановое число у проверяемых образцов Газмпронефть и Лукойл соответствует техническим требованиям ГОСТ 32513-2013.

Бензин с высоким октановым числом обеспечивает более эффективное и безопасное сгорание внутреннего сгорания, что может привести к улучшению производительности двигателя и снижению выбросов вредных веществ.

Библиографический список

1. ГОСТ 32513-2013 Топлива моторные. Бензин неэтилированный. Технические условия. – М. : Изд-во стандартов, 2013.

2. Руководство по эксплуатации октанометра SHATOX SX-100K [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://shatox.ru/upload/files/Oktanometr-SX-100k.pdf свободный (29.10.2023)

УДК 621.113

ЖДЫРЕВА А.В., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ ЗАДНИХ ПРОТИВОПОДКАТНЫХ ЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задние защитные устройства представляют собой металлические конструкции, установленные на задних частях автомобилей с целью смягчения последствий столкновений. Они служат двум основным целям:

Защита пешеходов и велосипедистов: ЗЗУ спроектированы так, чтобы уменьшить риск получения серьезных травм пешеходами и велосипедистами при столкновении с задней частью автомобиля. Эти устройства способствуют равномерному распределению силы удара и уменьшению его воздействия на мягкие ткани.

Защита автомобиля: Кроме того, ЗЗУ помогают снизить механические повреждения автомобиля в случае легких столкновений задней части.

Целью работы является исследование и анализ результатов, полученных в ходе испытаний на опытном образце в условиях испытательной лаборатории.

Заднее противоподкатное защитное устройство обычно состоит из таких элементов как балка и кронштейны. Оно соединяется с боковыми элементами шасси или другими элементами конструкции ТС.

ЗПЗУ должно соответствовать требованиям, изложенным в Правилах ООН № 58-02. Рассмотрим конкретные требования, которым должны соответствовать защитные устройства при проведении испытаний в испытательных лабораториях, а также саму процедуру проведения испытаний.

Заднее защитное устройство (ЗЗУ) проходит испытания в лабораториях, где проверяется его эффективность и надежность. Эти испытания проводятся с использованием различных методов и инструментов для создания условий, максимально приближенных к реальным ситуациям. Для написания данной статьи были рассмотрены результаты испытаний транспортного средства в отношении заднего защитного устройства, проведенное в аккредитованной испытательной лаборатории.

В процессе этого испытания на ЗЗУ нагружается определенная сила для проверки его способности выдерживать экстремальные условия. Нагрузка прикладывается на ЗЗУ с помощью специальных установок, которые позволяют точно контролировать силу нагрузки.

Было выбрано транспортное средство со следующими характеристиками:

- Категория N2;
- База – 3770 мм;
- Колея передних/задних колес – 1740/1690 мм;
- Длина задней оси 2300 мм;
- Фургон общего назначения, с задней двустворчатой дверью;
- Габаритные размеры:
  Длина – 6045 мм;
  Ширина – 2300 мм;
  Высота – 2335 мм;
- Технически допустимая максимальная масса, приходящаяся на каждую из осей транспортного средства
  Передняя ось – 2650 кг;
  Задняя ось – 6600 кг;

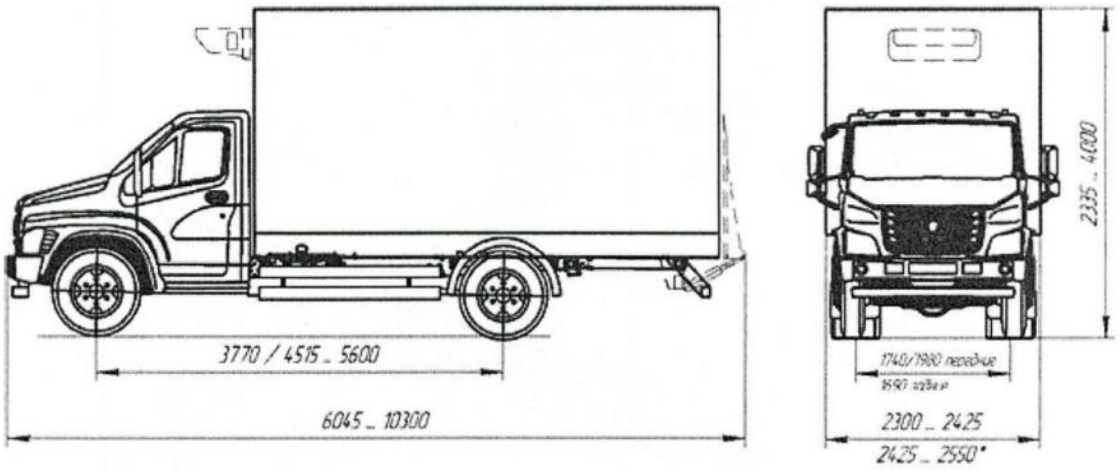


Рис. 1. Общий вид транспортного средства

ЗЗУ представляет собой поперечную балку и кронштейны для крепления на раме. Балка ЗЗУ выполнена из четырехугольной трубы с размерами сечения 100х80х3 мм, общей длиной 2190 мм. Кронштейны и балка крепится при помощи сварки и болтового соединения. Кронштейны ЗЗУ крепятся на раме 8 ботами М16.

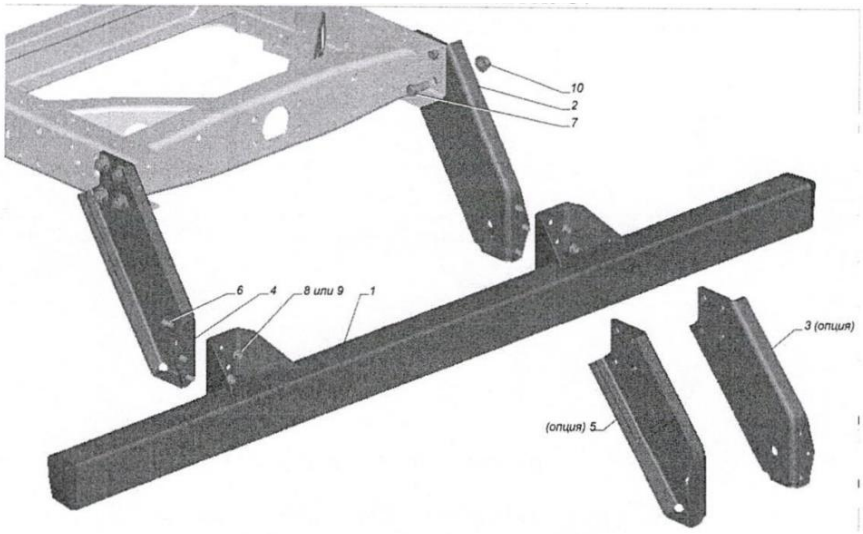


Рис. 2. Конструкция исследуемого ЗЗУ

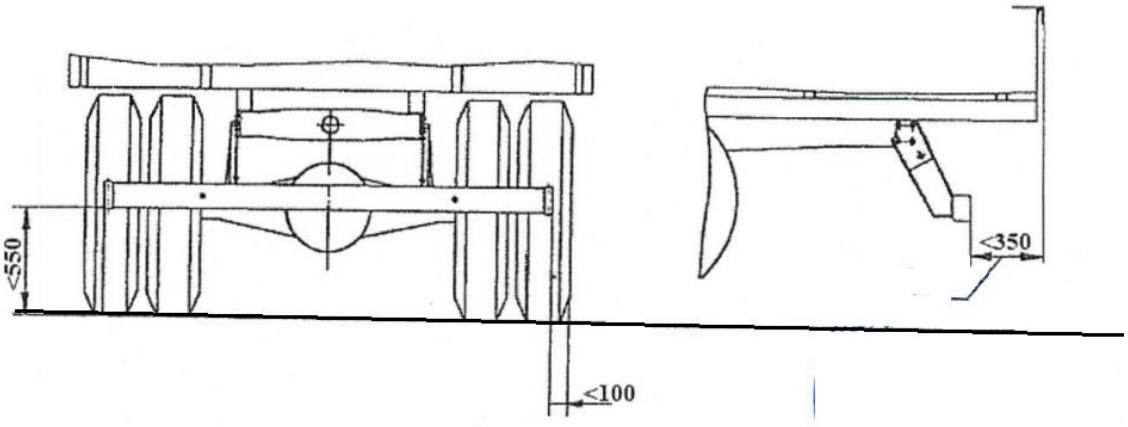


Рис. 3. Схема установки ЗПЗУ



Рис. 4.Фото фиксация проведения испытаний на силовом стенде

Рассмотрим более детально как проводятся испытания на ЗЗУ.

1. Перед началом испытаний определяются необходимые параметры нагрузки, такие как величина и направление силы.

2. Нагрузка может быть приложена с помощью специальных устройств, таких как гидравлические прессы или универсальные испытательные стенды. Эти устройства позволяют контролировать величину и направление силы с высокой точностью. В данной работе испытания проводились на силовом стенде.

3. При испытании ЗЗУ нагрузка прикладывается в пяти точках. При этом деформация не должна быть выше допустимого значения. В данной работе точки представлены на рис. 5.

4. Испытательные нагрузки прилагаются раздельно и последовательно через контактную поверхность ЗЗУ высотой не более 250 мм и шириной 200 мм, радиус закругления вертикальных граней (5 ± 1) мм.[4] (см. рис.4).

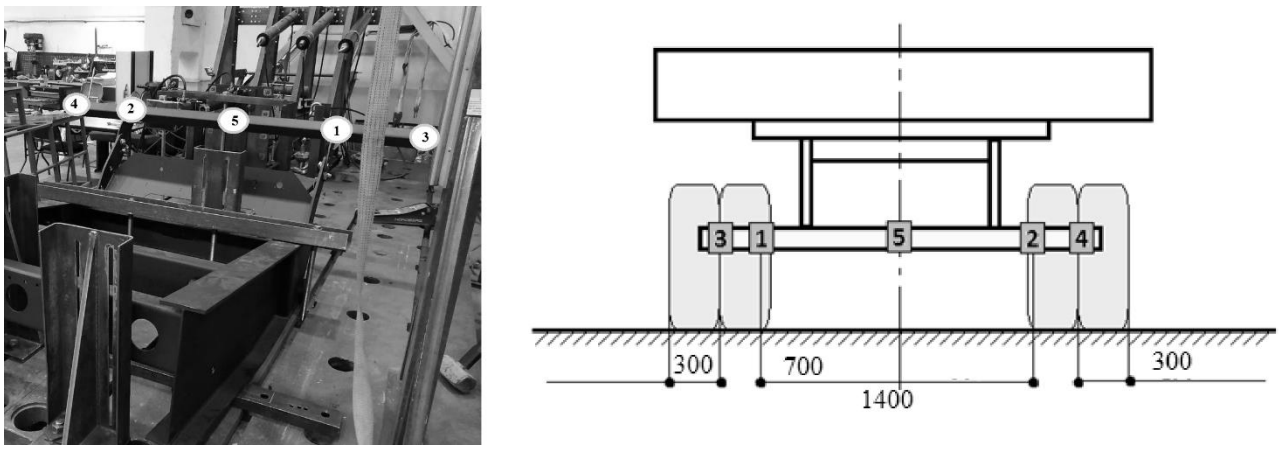


Рис. 5. Точки приложения нагрузки

5. После выполнения испытаний проводится анализ полученных данных и результатов. Это включает в себя измерение и оценку уровня защиты, эффективности и надежности заднего защитного устройства. Результаты сравниваются с требованиями стандартов и, если необходимо, вносятся изменения в конструкцию устройства.

Рассмотрим полученные результаты и сделаем вывод о соответствии данного защитного устройства требованиям Правил ЕЭК ООН № 58-02.

Таблица 1. **Результаты испытаний**

Точка приложения нагрузки	**Нагрузка, кН**		**Расстояние от заднего края ТС до ЗПЗ после приложения нагрузки, мм**		**Результат испытаний**
	Норм.	**Факт.**	**Норм.**	**Факт.**	
Точка 1	49*	**49,1**	<400	**296**	**Выполняется**
Точка 2	49*	**49,1**	<400	**297**	**Выполняется**
Точка 3	24,5**	**24,5**	<400	**316**	**Выполняется**
Точка 4	24,5**	**24,56**	<400	**321**	**Выполняется**
Точка 5	24,5**	**24,51**	<400	**282**	**Выполняется**

Максимальная масса транспортного средства 10000 кг.

* - Горизонтальная нагрузка, равная 100 кН или 50% усилия, создаваемого максимальной массой транспортного средства (в зависимости от того, какая из этих величин меньше), прилагается последовательно в двух точках (точки 1 и 2 рисунка 1).

** - Горизонтальная нагрузка, равная 50 кН, или 25% усилия, создаваемого максимальной массой транспортного средства (в зависимости от того, какая из этих величин меньше), прилагается последовательно в двух точках (точки 3, 4 рисунка 1) и в третьей точке, которая расположена в среднем вертикальном сечении транспортного средства (точка 5 рисунка 1).

Проанализировав результаты испытаний, можно сделать вывод о том, что данное ЗЗУ удовлетворяет требованиям Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 018/2011 пункт 48 таблицы Приложения № 2 (Правила ООН № 58-02).

Библиографический список

1. ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20KolesnTrS.pdf свободный (24.09.2023)
2. Правила № 58 ООН [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/2020/R058r3r.pdf свободный (24.09.2023)
3. Пассивная безопасность автомобиля. А. Ш. Хусаинов Ю. А. Кузьмин [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://lib.ulstu.ru/venec/disk/2012/Husainov.pdf свободный (24.09.2023)
4. ГОСТ Р 41.58-2001 [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294814/4294814062.pdf свободный (09.10.2023)

УДК 629.311

ЖДЫРЕВА А.В., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

ЭЛЕКТРОННЫЙ ДОГОВОР КУПЛИ-ПРОДАЖИ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире технологий все больше и больше процессов переносятся в виртуальное пространство, включая заключение договоров. Одним из таких примеров являются электронные договора купли продажи транспортных средств. Они позволяют людям совер-

шить покупку или продажу автомобиля без обязательного личного присутствия. Однако, как и в любой новой сфере, электронные договора имеют как положительные, та и отрицательные стороны

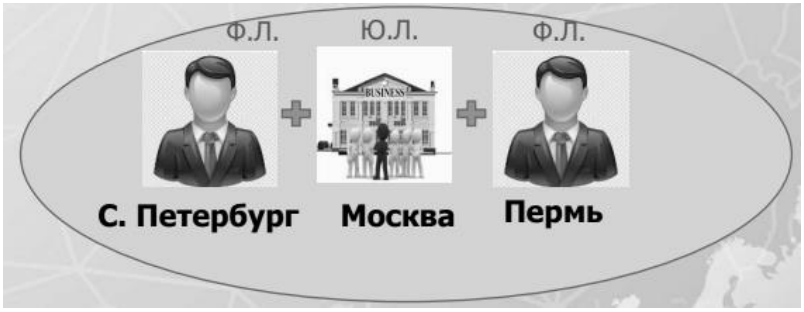
Целью работы является рассмотреть и выявить отрицательные и положительные стороны введения данного документа в электронной форме.

Электронный договор купли продажи транспортного средства представляет собой юридически значимый документ, заключаемый и хранящийся в электронной форме. Он имеет аналогичную юридическую сила, как и обычный бумажный договор.

Такой договор должен содержать основные элементы купли-продажи, такие как описание транспортного средства, цена, условия оплаты, сроки передачи права собственности и другие существующие условия, которые оговариваются сторонами.

Рассмотрим, кто может участвовать в такой сделке:

- Граждане РФ старше 18 лет, имеющие подтвержденную учетную запись на портале «Госуслуги», либо обладающие электронной цифровой подписью.
- Компании производители, компании импортеры, реализующие ТС на территории РФ.
- Продавцом и покупателем может быть, как физическое лицо, так и юридическое лицо, и индивидуальный предприниматель.
- Договор может быть заключен лицами дистанционно в различных регионах РФ[1].



Проведем сравнение бумажного и электронного ДКП. Выявим положительные и отрицательные стороны нововведения.

Бумажный ДКП ТС	**Электронный ДКП ТС**
Договор может заключить не только собственник автомобиля, но и так называемый «перекуп», а также человек, действующий по гендоверенности	Договор может заключить только действующий собственник автомобиля
Для подписания договора необходимы оригиналы документов (ПТС, СТС, паспорт, выписка из ЭПТС(при наличии))	Необходимо наличие подтвержденной учетной записи на Госуслугах у продачца и у покупателя, а также приложения Госключ
Оформление бесплатное	Оформление бесплатное
При оформлении необходимо тщательно проверить информацию в договоре, не допустить опечатки	Система автоматически сверяет все данные автомобиля в Государственном реестре транспортных средств
Покупатель может подделать ДКП или оставить дату подписания «открытой», предыдущему владельцу могут приходить штрафы	Продавец после заключения ЭДКП может легко отследить переоформление машины и в случае необходимости, по прошествии 10 дней с момента продажи снять автомобиль с учета
Необходимо дополнительно проверять автомобиль на ограничения через специальные платные сервисы, соответственно тратить дополнительные деньги и время	Автомобиль автоматически проверяется на предмет ограничений, угон
Документ можно потерять, подделать	Электронное хранение договора снижает риск его утраты или повреждения

Необходимо использовать бумагу	Отказ от бумажных документов помогает уменьшить объем лесозаготовок и энергозатрат при их производстве и транспортировке.
Необходимо заранее позаботиться о наличии шаблона для договора, распечатать в 3х экземплярах	Не нужно искать и скачивать шаблон договора, т.к. шаблон уже встроен на платформе

Также стоит заметить, что такой договор можно оформить через портал СЭП (Система электронных паспортов). С марта 2023 г. такая услуга была запущена в тестовом режиме. Договор на покупку автомобиля через портал СЭП можно оформить с дилером или автосалоном, который сотрудничает с данным порталом.

Рассмотрим пять простых шагов заключения договора купли продажи на портале ЭДКП (СЭП):

1. Продавец авторизуется в системе ЭДКП, дополняет по необходимости данные регистрации.
2. Продавец вносит VIN и получает данные ТС из электронного паспорта или вносит данные бумажного ПТС.
3. Продавец приглашает покупателя по электронной почте. Покупатель авторизуется в системе ЭДКП, и проверяет условия договора.
4. Продавец либо покупатель проводит осмотр ТС при помощи мобильного устройства. Проведение электронного осмотра автомобиля происходит с занесением фото и видео данных в систему ЭДКП. (рис.1).



Рис.1. Результаты осмотра ТС

5. Участники сделки подписывают пакет документов. Автоматически меняются сведения собственника в СЭП, без использования дополнительных программ и сервисов.



Рис.2. Компании партнеры, участвующие в тестировании ЭДКП через СЭП



Рис. 3. Потенциальная схема участников договорных отношений

Можно сделать вывод о том, что для дистрибьюторов и автосалонов такая система имеет ряд преимуществ:

1. Удобство и эффективность: Электронное оформление договора значительно сокращает время и усилия, затрачиваемые на его подготовку, предоставление и обработку. Все процессы сопровождаются автоматическими уведомлениями, контролем сроков и доступом к обновленной информации о статусе договора.
2. Быстрое оформление документов позволит ускорить заключение сделок и передачу автомобилей клиентам.
3. Использование электронного документооборота позволит сэкономить средства, которые ранее тратились на печать, хранение и передачу бумажных документов.
4. Более быстрое и точное оформление документов позволит улучшить обслуживание клиентов и повысить их удовлетворенность.
5. Удобство и эффективность: Электронное оформление договора значительно сокращает время и усилия, затрачиваемые на его подготовку, предоставление и обработку. Все процессы сопровождаются автоматическими уведомлениями, контролем сроков и доступом к обновленной информации о статусе договора.

Подводя итог, можно сделать вывод о том, что ЭДКП ТС является инновационным и эффективным решением, способствующим упрощению и совершенствованию процесса покупки и продажи автомобилей и других транспортных средств. Он ускоряет заключение сде-

лок, снижает риск утраты договора, облегчает обмен информацией и подтверждение авторства документов, а также способствует охране окружающей среды.

Библиографический список

1. Как заключить электронный договор купли-продажи (ЭДКП) транспортного средства [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://www.gosuslugi.ru/help/faq/sale_car/102121 свободный (17.10.2023)
2. Электронный договор купли продажи и автоматическая смена собственника в ЭПТС [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://elpts-info.ru/jelektronnyj-dogovor-kupli-prodazhi/#Оформление_ЭДКП_через_портал_СЭП свободный (17.10.2023)
3. Кто является участником Систем электронных паспортов [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://old.elpts.ru/uchastniki свободный (17.10.2023)

УДК 621.113

ЖДЫРЕВА А.В., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОСОБЕННОСТИ ИСПЫТАНИЙ ПОДГОЛОВНИКОВ СИДЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы безопасности включают в себя активную и пассивную безопасности автомобиля. Они в свою очередь, включают в себя целый ряд устройств: ремни безопасности, подушки безопасности, антиблокировочную систему колес, аварийный размыкатель аккумуляторной батареи и др. Надежность конструкции автомобиля должна обезопасить водителя и пассажиров в случае аварии.

Целью работы является исследование и анализ результатов, полученных в ходе испытаний по правилам ООН № 17-08 на опытном образце в условиях испытательной лаборатории.

Правила ООН № 17-08 являются международными стандартами для испытаний и сертификации автокресел и их компонентов, включая подголовники. Они были разработаны для повышения безопасности пассажиров в автомобилях и устанавливают требования к поглощению энергии подголовниками в случае заднего столкновения.

На первом этапе определяется масса сидения, категория транспортного средства, для которого планируется использование объекта испытаний и место установки объекта на транспортном средстве.

Далее проверяются общие требования, предъявляемые в отношении сидений, допущенных к испытаниям.

Сиденье в том виде, в каком оно должно быть установлено на транспортном средстве, жестко крепится на испытательном стенде при помощи креплений, предусмотренных изготовителем, с тем чтобы оно не смещалось под воздействием удара.

Спинка сиденья, если она регулируется, должна блокироваться в положении, соответствующем наклону назад по отношению к вертикальному положению исходной линии туловища манекена, на максимально близкий к 25º угол, если изготовитель не дает иных указаний.

Если сиденье оборудовано подголовником, то он устанавливается на спинке сиденья так, как и на транспортном средстве. В случае съемного подголовника его установка производится на той части конструкции, на которой он обычно крепится.

Если подголовник регулируемый, то он устанавливается в самое неблагоприятное положение, допускаемое его системами регулировки.

Когда сиденье установлено, направление удара, производимого сзади вперед, соответствует продольной плоскости и образует с вертикалью угол 45º.

Точки удара выбираются испытательной лабораторией в зоне 1 (Рис.1), или в случае необходимости в зоне 2 (Рис.2), на поверхностях с радиусом закругления менее 5 мм.

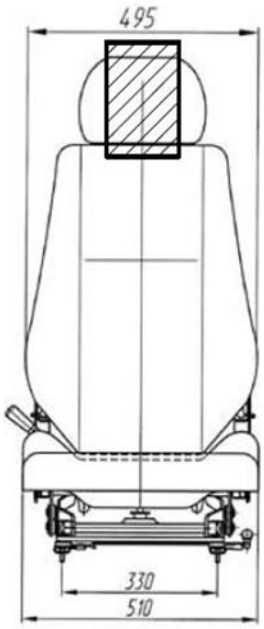


Рис. 1. Зона испытаний 1

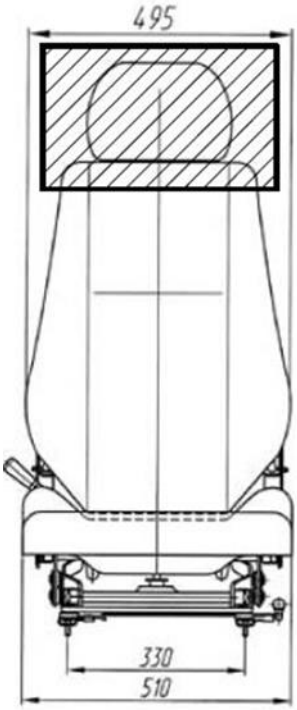


Рис. 2.Зона испытаний 2

После установки и регулировки подголовника в соответствии с правилами по нему наносятся удары в точках, отобранных испытательной лабораторией в зоне 1 и, возможно, в зоне 2, на поверхностях с радиусом закругления менее 5 мм.

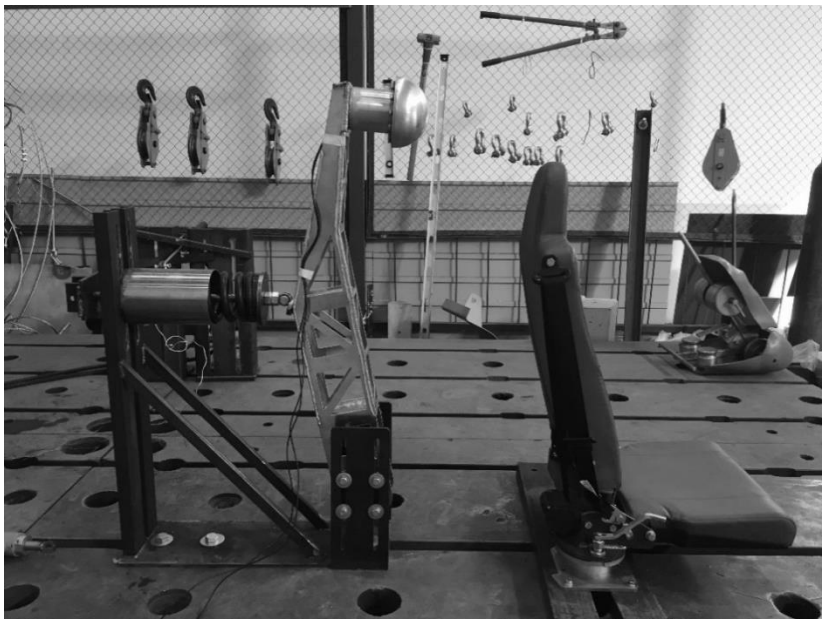


Рис. 3. Испытание сиденья на энергопоглощение. До испытаний



Рис. 4. Испытание сиденья на энергопоглощение. Система после испытаний

В результате испытаний были зафиксированы показатели акселерометра и получены данные, на основании которых был получен график зависимости ускорения от времени:

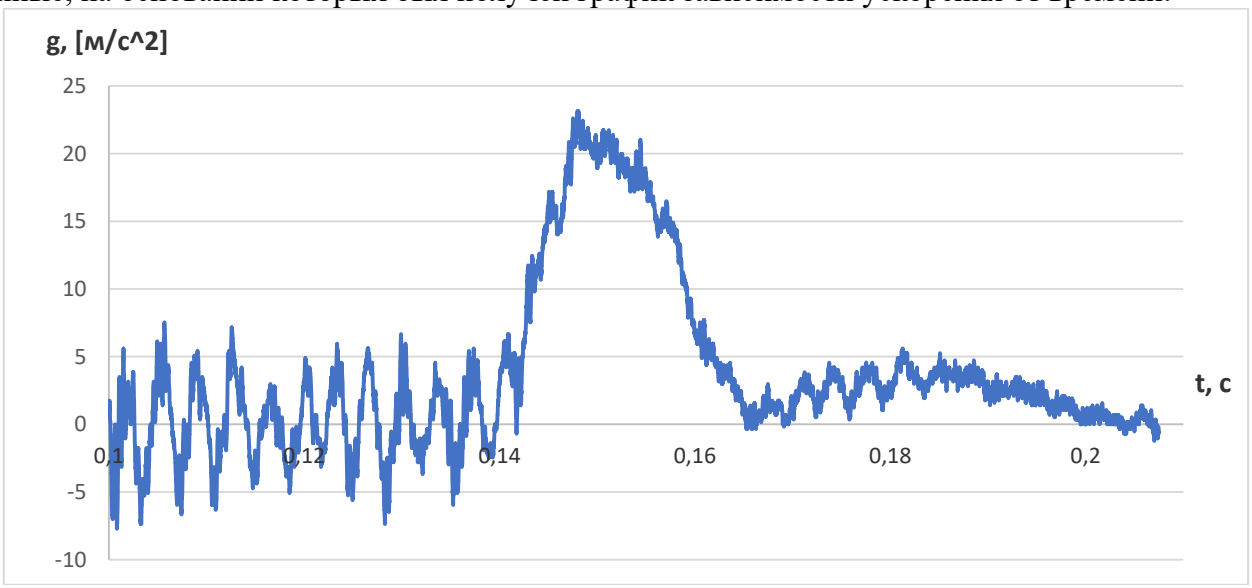


Рис. 5. График ускорений в зависимости от времени

Из графика видно, что замедление составляет порядка 23g, что соответствует требованиям Правил ООН №17.

Таблица 1. **Результаты испытаний**

Наименование параметра	**Нормативное значение, g**	**Фактическое значение, g**	**Заключение**
Замедление	Не более 80	23	Соответствует

Рассмотрим полученные результаты и сделаем вывод о соответствии данного защитного устройства требованиям Правил ЕЭК ООН № 17-08.

Проанализировав результаты испытаний, можно сделать вывод о том, что результаты испытаний являются удовлетворительными, а испытанное сиденье соответствует предъявляемым к нему требованиям.

Библиографический список

1. ТЕХНИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ ТАМОЖЕННОГО СОЮЗА ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://www.tsouz.ru/db/techreglam/Documents/TR%20TS%20KolesnTrS.pdf свободный (24.09.2023)
2. Правила № 17 ООН [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://unece.org/fileadmin/DAM/trans/main/wp29/wp29regs/R017r4am3r.pdf свободный (17.12.2023)

УДК 621

ЖУКОВА Ю.С.

ВЛИЯНИЕ РЕАГЕНТОВ НА ЗИМНИЕ ШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Зимний период вносит в эксплуатацию дорожного полотна свои коррективы. Из-за образования сильной наледи проезжую часть необходимо обрабатывать химическими реагентами, которые портят обувь и даже могут негативно сказаться на состоянии шин автомобилей[1]. Самое распространенное и дешевое зимнее средство для обработки дорог — смесь песка с хлоридом натрия или галитом (пищевой или технической солью). Это наиболее опасный для машины состав: летящий из-под колёс песок трёт днище и кузов, а дальше за дело принимается соль, она вредна для колес автомобилей. Различные соли содержатся в любых реагентах, в том числе в дорогих и, якобы, безопасных жидких. Их основное действующее вещество — хлористый кальций, т. е. соль соляной кислоты. Встречаются также «коктейли» с солью муравьиной кислоты и магниевой солью (бишофитом)[2]. Разберем какая именно резина находится под угрозой.

Прежде всего наиболее негативному воздействию подвержены шины, на которых есть проколы и порезы. Дело в том, что именно через них в шины проникает агрессивная химия, которая со временем может разрушить металлокорд. Именно он выступает каркасом прочности шины.[4] Не стоит игнорировать даже минимальное повреждение шины. Именно через них соль проникает глубоко в структуру. Точно так же на структуру резины влияют объекты, застрявшие в ее поверхности, например камни, стекло или осколки. Нам будет все сложнее, чем глубже ущерб, нанесенный элементам конструкции. При сильных морозах, когда улицы засыпаны слоем соли, даже самый маленький ущерб в конструкции шины может стать угрозой ее целостности.

Также дорожные реагенты могут спровоцировать вылет стальных шипов. При воздействии химических элементов с шин стирается, нанесенное производителем покрытие, из-за этого сталь начинает подвергаться коррозии, шипы становятся меньше, а вскоре и вовсе вылетают.[4]

Для того, чтобы снизить пагубное воздействие реагентов на резину необходимо регулярно осматривать колеса на предмет порезов и трещин. Протектор и боковые стенки должны быть тщательно осмотрены на наличие трещин или ссадин. Следует также обратить внимание на зоны чуть ниже блоков, которые часто забываются. О любых дефектах необходимо немедленно сообщать специалисту. Также стоит время от времени, предпочтительно во

время сезонного шиномонтажа , проверять шины специалистами по вулканизации. Некоторые из дефектов могут быть невидимыми в стабильной шине, и их развитие очень вредно для структуры шин. Еще одним способом снижения воздействия реагентов является регулярная чистка и мытье покрышек.[3]

Библиографический список

1. ГОСТ Р 59434-2021 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. Критерии оценки и методы контроля. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания. Критерии оценки и методы контроля.
2. ГОСТ Р 58427-2020 Материалы противогололедные для применения на территории населенных пунктов.
3. ГОСТ Р 54266 — 2010 Шины пневматические. Упаковка, транспортировка и хранение.
4. https://www.mentoday.ru/technics/garage/dlya-kakih-shin-zimnie-reagenty-ubiystvenny-avtoekspert-predupredil-vseh-voditeley/

УДК 725.38

ЗАХВАТОВА А.В., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОЦЕНКА НЕРАВНОМЕРНОСТИ СПРОСА НА УСЛУГИ СТАНЦИИ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Станции технического обслуживания (СТО) играют важную роль в поддержании технической готовности и надежности автотранспортных средств. Однако, неравномерность спроса на услуги СТО может стать серьезной проблемой, влияющей на уровень сервиса и Удовлетворенность клиентов.

Исследование проводилось на основе данных, собранных с помощью анализа данных о предоставлении услуг СТО. Анализ данных показал, что спрос на услуги СТО неравномерен как внутри дня, так и внутри года. Их можно разделить на несколько групп факторов:

1. Сезонность: В некоторых отраслях спрос на услуги технического обслуживания может быть в значительной степени зависим от времени года. Например, в автомобильной индустрии спрос может быть выше весной и летом, когда люди чаще путешествуют и используют свои автомобили для перемещения на дальние расстояния.

2. Экономическая ситуация: В периоды экономического кризиса или нестабильности многие компании могут быть ограничены в бюджете на техническое обслуживание и ремонт оборудования. Это может привести к неравномерности спроса на услуги станции технического обслуживания.

Было выявлено, что спрос на услуги СТО значительно выше в периоды перед и после сезонных праздников, а также в начале и конце рабочей недели.

3. Возраст оборудования: Оборудование СТО имеет ограниченный срок службы, и его требуется регулярно обслуживать и ремонтировать. Если многие компании в определенной отрасли одновременно обновляют свое оборудование, это может привести к временному снижению спроса на услуги технического обслуживания.

Так же необходимо помнить, что автомобили с большим пробегом и старые автомобили чаще обращаются в СТО. Поэтому критерий «возраст» применим как для самой станции, так и по отношению к его клиентам.

4. Конкуренция: Присутствие других станций технического обслуживания в определенном районе может негативно сказаться на спросе на услуги. Если конкуренты предлагают более выгодные условия или более качественное обслуживание, то спрос на услуги данной станции может быть неравномерным.

5. Распределение клиентов: Распределение клиентов по районам или индустриям может быть неравномерным, что повлияет на спрос на услуги. Например, если большинство клиентов станции находятся в определенном районе или в определенной отрасли, это может привести к неравномерности спроса на услуги.

Так же не следует забывать о расположении СТО, и вспоминая о п.1 данных факторов можно выявить ряд клиентов, у которых произошли неполадки в пути в сторону запланированного путешествия (например поездки на ЮГ).

6. Маркетинговые усилия: Маркетинговые усилия станции технического обслуживания, такие как реклама, акции и скидки, могут привлечь больше клиентов и равномерно распределить спрос на услуги.

7. Уровень сервиса: Качество обслуживания и репутация станции технического обслуживания могут привлечь или оттолкнуть потенциальных клиентов. Если станция известна своим высоким уровнем сервиса, это может привести к более равномерному спросу на услуги. Если сервис сможет завоевать доверие клиента, то он вернется как минимум на плановое обслуживание.

Неравномерный поток клиентов можно свести в график на примере данных, полученных с одной из станций технического обслуживания за период с 4.01.2023 по 29.12.2023. В данной статье я буду анализировать неравномерность поступление автомобилей по дате поступления, а не по маркам автомобилей, году выпуска или клиенту.

***Таблица 2*. Распределение поступления автомобилей в СТО по дням недели**

понедельник	вторник	среда	четверг	пятница	суббота	воскресенье
40	446	457	152	188	143	96

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}}; \qquad \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n}}; \qquad \bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n}$$

где:

- V коэффициент вариации
- σ среднеквадратичное отклонение
- $\bar{x}$ среднеарифметическое
- x_i i-тое значение статистического ряда
- n количество значений в статическом ряде

Используя данные из таблицы 1, и применяя формулы можно вычислить:

- Среднеарифметическое значение равно 217,43
- Среднеквадратичное отклонение равно 154
- коэффициент вариации равен 0.709

Так же можно определить коэффициенты спроса по дням недели как отношение количества запросов в конкретный день к среднему количеству запросов в день:

Понедельник: 40 / 217.43 ≈ 0.18

Вторник: 446 / 217.43 ≈ 2.05

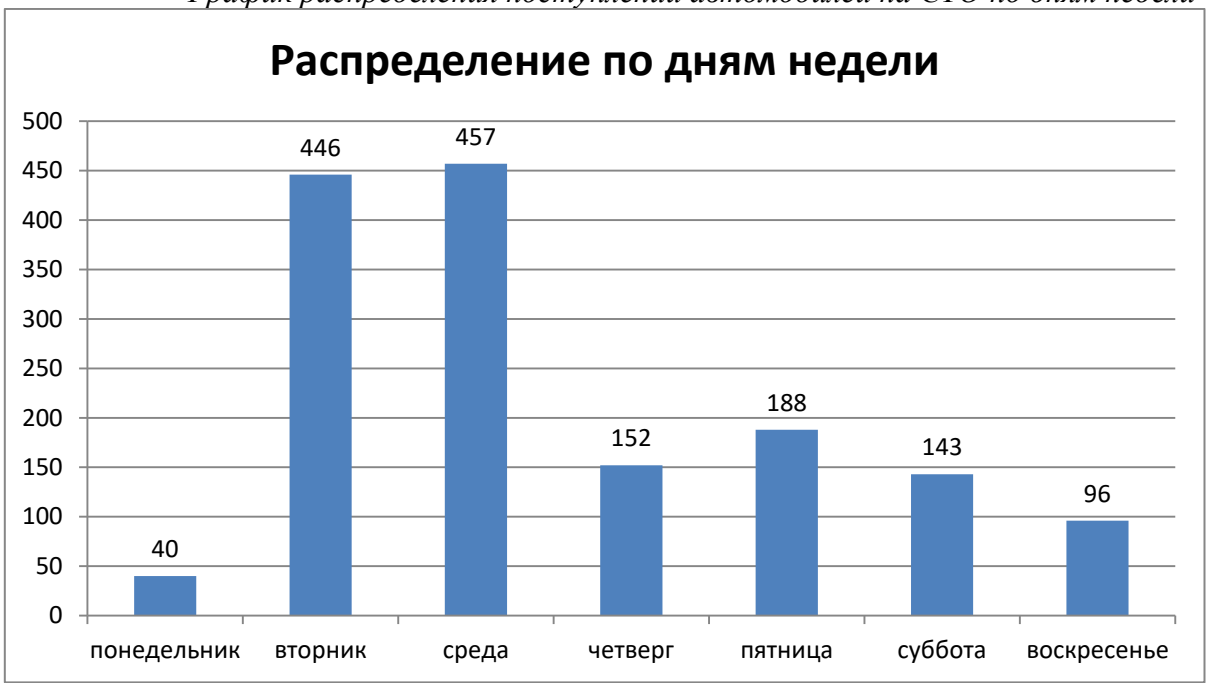
Среда: 457 / 217.43 ≈ 2.10

Четверг: 152 / 217.43 ≈ 0.70

Пятница: 188 / 217.43 ≈ 0.86
Суббота: 143 / 217.43 ≈ 0.66
Воскресенье: 96 / 217.43 ≈ 0.44

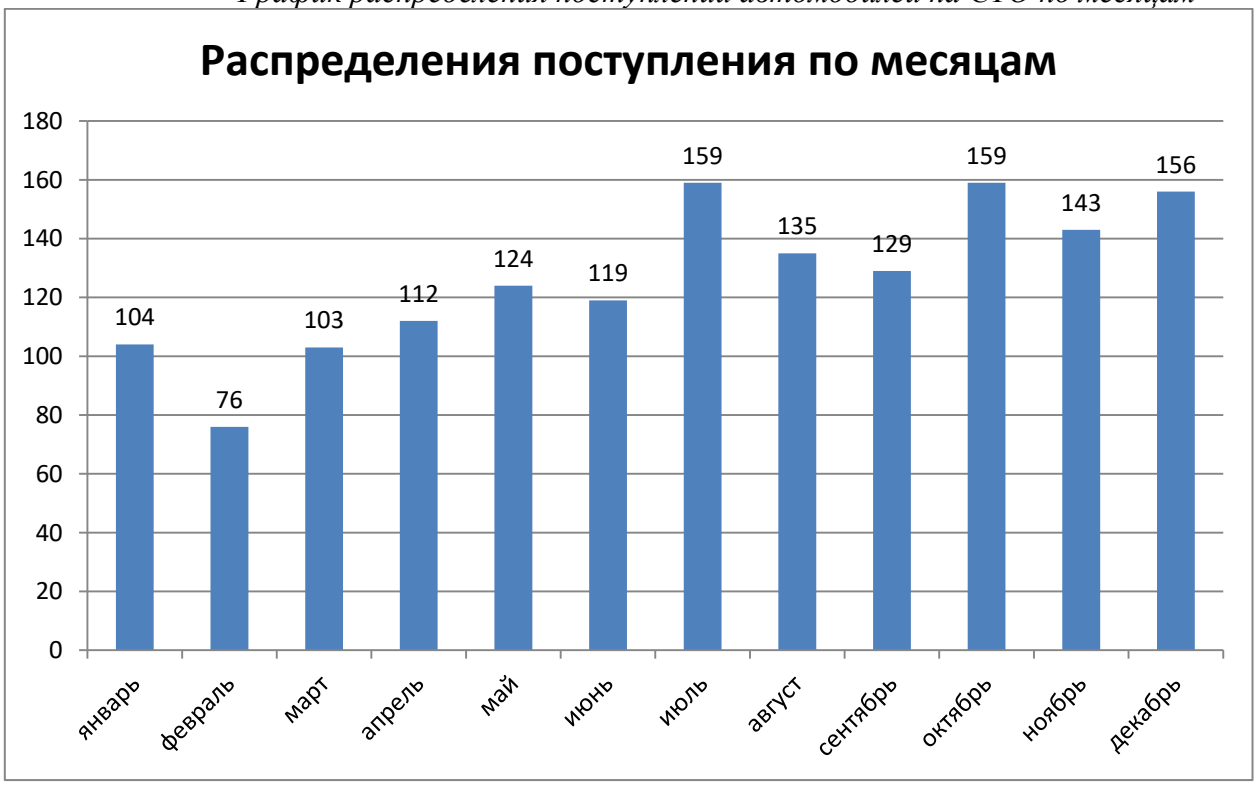
Таким образом, можно увидеть явную неравномерность спроса по дням недели, с наибольшим количеством запросов в среду и вторник, а наименьшим в понедельник и воскресенье.

График распределения поступлений автомобилей на СТО по дням недели



Так же можно составить график поступлений автомобилей на СТО по месяцам.

График распределения поступлений автомобилей на СТО по месяцам



Неравномерность спроса на услуги СТО является серьезной проблемой, влияющей на уровень сервиса и удовлетворенность клиентов. Для оптимизации процессов СТО рекомендуется разработать гибкую систему планирования и управления ресурсами, что позволит более эффективно распределять рабочую нагрузку. Также следует уделить внимание повышению доступности услуг, например, путем размещения СТО в удобных местах и сокращения времени ожидания клиентов. Понимание факторов, влияющих на неравномерность спроса, позволит улучшить уровень сервиса и повысить удовлетворенность клиентов, что приведет к более эффективной работе СТО.

Библиографический список

1. Корчажкин, М. Г. ОСНОВЫ ТЕОРИИ НАДЕЖНОСТИ И ДИАГНОСТИКА / М. Г. Корчажкин — 1. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2016 — 26 с.
2. Романеева Е. В. Качество сервисного обслуживания как фактор конкурентоспособности предприятия // Вестник ПВГУС. Сер. «Экономика»: Вып.3 (35) / Поволжский гос. ун-т сервиса.Тольятти: Изд-во ПВГУС,2014г.
3. Бычков В. П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте: перевозки и автосервис [Текст]: учебное пособие / В. П. Бычков. -М.: Академический проект; Киров: Константа, 2009. - 573 с.

УДК 621.892

ЗАХВАТОВА А.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПОКАЗАТЕЛИ МОТОРНОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Качественное моторное масло выполняет несколько важных функций: оно предотвращает перегрев двигателя, предупреждает износ механизмов, защищает от коррозии, выводит отложения нагара, сажи и остатки сгоревшего топлива из системы двигателя, а также увеличивает ресурс силового агрегата.

При подборе трансмиссионного масла мы видим на упаковке следующие показатели (рассмотрим на примере масла Лукойл GENESIS ARMORTECH 5/40 API SN/CF):

Таблица 1

Класс вязкости моторного масла	5W-40
Классификация API дизельного двигателя	CF
Тип двигателя	Бензиновый
Тип базового масла:	Синтетическое
Сульфатная зольность моторного масла	Полнозольное, 1,2%
Происхождение производителя:	Отечественное
Классификация API бензинового двигателя	SN
Изготовитель	Лукойл
Индекс вязкости:	177
Температура застывания, °С:	-41
Температура вспышки, °С:	237
Щелочное число, мг КОН/г:	11,1
Классификация ACEA для бензиновых и легких дизельных двигателей	A3/B4

Кинематическая вязкость при 40°С, мм2/с:	89
Кинематическая вязкость при 100°С, мм2/с:	14,9
Плотность при 15°С, г/см3:	0,8479
Вязкость динамическая (CCS) при -30 °С, мПа°С:	5 940
Бренд	Лукойл

Все технические масла состоят из базовых масел и модификаторов (присадок), придающих составу требуемые физико-химические свойства. Различают 3 вида базовых моторных масел: минеральные, синтетические, полусинтетические. Единая классификация базовых масел была разработана Американским институтом нефти (API, AmericanPetroleumInstitute).

Следующий показатель - Сульфатная зольность моторного масла. Сульфатная зольность является важной характеристикой моторного масла и показывает количество неорганических примесей, которые остаются после полного сгорания топлива. Эти примеси являются результатом действия на основе соединений металлов в составе масла.

Низкая зольность моторного масла – признак качества, она важна для систем сажевых фильтров, при сгорании высокозольных масел образуются твердые абразивы, которые при длительном воздействии полируют стенки цилиндров. Сульфатная зольность определяется путём сжигания масла и измерения твёрдых остатков. В ГОСТ 12417-94 представлена технология определения зольности. По международным нормам зольность не должна быть выше 2%. В данном случае мы имеем зольность в 1,2 % , что соответствует полнозольному маслу.

Переходя к следующему показателю - вязкость моторного масла отражает его плотность и способность сохранять свои свойства при изменении температуры. Масла с высокой вязкостью обладают следующими особенностями: при запуске двигателя в холодную погоду, защитная пленка быстро и равномерно распределяется по всей поверхности, благодаря высокой текучести масла; при нагреве двигателя, вязкость пленки увеличивается. Это свойство позволяет маслу сохранять защитную пленку на поверхностях движущихся деталей. ГОСТ 25371-2018 устанавливает два метода расчета индекса вязкости VI нефтепродуктов и родственных им продуктов в зависимости от кинематической вязкости при температуре 40 градусов и 100 градусов по Цельсию. Можно проверить индекс вязкости, в нашем случае следует использовать ГОСТ 25371-2018 применяя Метод Б для нефтепродуктов, индекс вязкости которых равен 100 и более.

$$VI = \frac{\left(10^{n}\right) - 1}{0{,}00715} + 100,$$

$$n = \frac{\lg H - \lg U}{\lg Y},$$

где H — кинематическая вязкость, выраженная в квадратных миллиметрах в секунду при температуре40 °С нефтепродукта, имеющего индекс вязкости, равный 100, и кинематическую вязкость притемпературе 100 °С, как и нефтепродукт, индекс вязкости которого необходимо рассчитать;

U — кинематическая вязкость, выраженная в квадратных миллиметрах в секунду при температуре40 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого необходимо рассчитать;

Y — кинематическая вязкость, выраженная в квадратных миллиметрах в секунду при температуре 100 °С нефтепродукта, индекс вязкости которого необходимо рассчитать.Используя данные, предоставленные производителем определяем

Кинематическая вязкость при температуре 40°С, мм/с ***88,7***

Кинематическая вязкость при температуре 100°С, мм/с ***14,9***

Из таблицы 1 методом интерполяции[1], H=148,2

$$n = \frac{\lg(148.2) - \lg(88.7)}{\lg(14.9)} = 0.19$$

$$VI = \frac{\left(10^{0.19}\right) - 1}{0.00715} + 100 = 176.75$$

VI = 177

Данный результат полностью совпадает с данными, предоставленными производителем.

Показатель плотности - малоиспользуемый, но очень важный параметр при рассмотрении технических параметров масла, от которого зависит, насколько хорошо масло способно создавать необходимое давление, т.е. насколько быстро и эффективно жидкость может достичь всех деталей и обеспечить надежную смазку. Плотность также определяет способность масла отводить тепло от деталей и качество охлаждения двигателя.

Фактически кинематическая вязкость зависит от плотности, а сама кинематическая вязкость рассчитывается по значениям кинематической вязкости и плотности масла. Температура влияет на плотность, поэтому для моторных масел измеряемой температурой для этого параметра является 15°C. В ГОСТ 8.599-2010 представлены таблицы пересчета плотности к 15 °C и 20 °C и к условиям измерения объема. Нормой для синтетики является 840-860 кг/м3, в случае масла Лукойл плотность равна 0,8479, что укладывается в представленные границы.

Вязкость динамическая (CCS) при -30 °C, мПа°C - измеряется опытным путем. Она показывает силусопротивления масляной жидкости, возникающую во время движения двух слоевмасла, удаленных друг от друга на расстояние 1 см и движущихся со скоростью 1 см/с.Измеряется эта величина в Паскаль-секундах. Для разныхвязкостей масел температура определения динамической вязкости разная, их можно уточнить в ГОСТ 33111-2014 «Масла моторные. Метод определения кажущейся вязкости в интервале температур от минус 5 °C до минус 35 °C с использованием имитатора холодной прокрутки»

Показатель температуры застывания (°C) - это предельные показатели, при которых масло будет застывать и терять свою текучесть. Для определения класса масла следует свериться с техническими условиями, прописанными в ГОСТ 32393-2013. Масло Лукойл с температурой застывания в -41 имеет класс вязкости моторного масла 5W-40

[1] ГОСТ 12417-94. Государственный стандарт союза ССР. Моторное масло.

Библиографический список

1. ГОСТ 12417-94. Государственный стандарт союза ССР. Моторное масло.
2. ГОСТ 25371-2018. Государственный стандарт союза ССР. Моторное масло.
3. ГОСТ 8.599-2010. Государственный стандарт союза ССР. Моторное масло.
4. ГОСТ 33111-2014. Государственный стандарт союза ССР. Масла моторные. Метод определения кажущейся вязкости в интервале температур от минус 5 °C до минус 35 °C с использованием имитатора холодной прокрутки.
5. ГОСТ 32393-2013. Государственный стандарт союза ССР. Моторное масло.

УДК 621.892

ЗАХВАТОВА А.В., БЕРДНИКОВ Л.А., ЖДЫРЕВА А.В

СРАВНЕНИЕ ИМПОРТНОГО И ОТЕЧЕСТВЕННОГО МОТОРНОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В связи с изменением торговых соглашений между государствами возникла необходимость поиска замены различных компонентов для автомобилей, в частности я буду рассматривать варианты замены моторного масла Liqui Moly Molygen New Generation 5/40 APISN/CF. Одним из наиболее подходящих масел я считаю масло Лукойл GENESISARMORTECH 5/40 APISN/CF.

Таблица 1

	Liqui Moly Molygen New Generation 5/40 API SN/CF	**Лукойл GENESIS ARMOR-TECH 5/40 API SN/CF**
Класс вязкости моторного масла	5W-40	5W-40
Классификация API дизельного двигателя	CF	CF
Тип двигателя	Бензиновый	Бензиновый
Тип базового масла:	Синтетическое	Синтетическое
Сульфатная зольность моторного масла	Полнозольное (более 1%) 1,6%	Полнозольное (более 1%) 1,2%
Происхождение производителя:	Импортное	Отечественное
Классификация API бензинового двигателя	SN	SN
Изготовитель	LiquiMoly	Лукойл
Индекс вязкости:	180	177
Температура застывания, °C:	-39	-41
Температура вспышки, °C:	220	237
Щелочное число, мг КОН/г:	11,3	11,1
Классификация ACEA для бензиновых и легких дизельных двигателей	A3/B4	A3/B4
Кинематическая вязкость при 40°C, мм2/с:	90,0	89
Кинематическая вязкость при 100°C, мм2/с:	14,5	14,9
Плотность при 15°C, г/см3:	0,850	0,8479
Вязкость динамическая (CCS) при -30 °C, мПа°C:	6600	5 940
Бренд	LiquiMoly	Лукойл
Допуски производителей:	BMW: Longlife-01 (bis MJ 2018); Fiat: 9.55535-Z2/9.55535-H2/9.55535-N2; GM: LL-B-025; MB: 229.5; Porsche: A40; Renault: RN 0700/RN 0710; VW: 50200/505 00	Porsche A40; BMW LL-01; MB-Approval 226.5, 229.5; VW 502 00/505 00; Renault RN 0700/0710; MB 229.3; Fiat 9.55535-N2/Z2; PSA B71 2296; Opel GM-LL-B-025

Имея класс вязкости 5W-40 данное масло показывает температуру застывания в -41°C, что полностью соответствует заявленному классу и, естественно ГОСТ 23652-79. С другой стороны у масла LiquiMolyMolygen температура составляет 39 градусов, что ниже нормы, указанной в ГОСТе.

Индекс вязкости масла – это величина, показывающая степень тягучести масляной жидкости при температурных изменениях. Чем больше индекс вязкости, тем меньше изменяется вязкость масла при изменении температуры, а значит этот показатель у масла Liqui, равный 180, лучше чем у отечественного Лукойла с 177 условными единицами.

Температура вспышки у масла Лукойл выше, что являясь показателем наименьшей температуры летучего конденсированного вещества, при которой пары над поверхностью вещества способны вспыхивать в воздухе под воздействием источника зажигания, имеет

большое значение. В этом случае Масло Лукойл, обладающее температурой вспышки в 237°Сопережает маслоLiqui с его 220°С.

Щелочное число (мг КОН / г) или число омыления — это количество едкого калия в мг, эквивалентное количеству серной кислоты, израсходованной на нейтрализацию всех компонентов основности масла, содержащихся в 1 г анализируемого продукта. Исходя из определения масло Liqui, обладающее 11.3мг КОН/г, незначительно опережает масло Лукойл с его 11.1мг КОН/г .

Плотность при 15°С у масел примерно одинаковая и составляет у Liqui 0,850 г/см3 и 0,8479 у масла Лукойл соответственно. Плотность определяет способность масла отводить тепло от деталей и качество охлаждения двигателя.

Кинематическая вязкость при 40°С у масла Liqui выше и составляет 90,0 против 89 у Лукойла. Показатель должен быть в границах от 89 до 97 мм2/с. И наши показатели как раз укладываются в эти границы.

Кинематическая вязкость при 100°С должна быть в границах от 12,6 до 16,3 мм2/с. У масла Liquiпоказатель ниже и составляет 14,597 мм2/с в то время как у Лукойла14,997 мм2/с.

Наше масло Лукойл по некоторым показателям лучше масла Liqui, например по температуре вспышки. Наиболее важным показателем я считаю температуру застывания – у масел, с заявленной категорией вязкости в 5W-40 она должна быть в районе 40°С.

Если Луйкойл показывает температуру застывания в -41°С, то маслоLiqui Moly Molyge может порадовать лишь -39°С. В целом, исходя из показателей масел они довольно схожи и могут являться заменителями друг для друга.

Библиографический список

1. Productinformation, Molygen New Generation 5W-40: // Данные производителя.
2. Лукойл Genesis Armortech 5W-40: // Данные производителя.
3. ГОСТ 23652-79. Государственный стандарт Союза ССР. Моторное масло.
4. Стрекалов А., Зольность моторного масла и щелочное число. М. - 2023.

УДК 656.015

ЗАХВАТОВА А.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПРОБЛЕМА ПОИСКА ПАРКОВОЧНОГО МЕСТА ВО ДВОРЕ ЖИЛОГО ДОМА В Г. НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Проблема поиска парковочного места во дворе жилого дома – актуальная проблема во многих городах России, а Нижний Новгород не исключение. С ростом числа автомобилей в стране, кварталы обычно не предоставляют достаточное количество парковочных мест, что приводит к дефициту и проблеме поиска свободного места для парковки.

В Нижнем Новгороде многие жилые комплексы не имеют достаточного количества парковочных мест для всех жильцов. Это вызывает конкуренцию и борьбу между владельцами автомобилей за каждое свободное место. Часто парковочные места занимаются не жильцами комплекса, а людьми, находящимися в районе. Это может быть причиной возникновения конфликтов и недовольства среди жильцов, которые остаются без места для своих автомобилей.

Первоначально необходимо обратиться к Жилищному кодексу Российской Федерации, который определяет правила благоустройства и эффективного использования дворового пространства. Согласно Закону, каждый жилой дом должен иметь обустроенную парковочную площадку, предназначенную для автомобилей жильцов.

Однако в реальности ситуация сложнее. Нередко разработанные проекты исходя из норм Жилищного кодекса не соответствуют сложившейся реальности во дворах жилых комплексов. Многие дворы, особенно в старых частях города, не предусматривают возможность строительства парковочных мест из-за ограниченности площади или отсутствия соответствующих проектных решений.

В результате жители вынуждены искать места для стоянки своих автомобилей на прилегающих улицах или во внешних парковках, что часто вызывает дополнительные трудности и неудобства. Кроме того, нарушение парковочных правил (оставление автомобиля на газоне, тротуаре или проезжей части) приводит к штрафам и регулярным проблемам с местными автоинспекциями.

Для решения проблемы поиска парковочного места во дворах жилых домов в России, включая Нижний Новгород, предлагается несколько возможных решений:

1. Создание дополнительных парковочных мест. Городскими властями следует провести инвентаризацию свободных пространств во дворах и осуществить строительство новых парковок или адаптировать существующие площадки.

2. Создание общественных парковочных зон вблизи жилых комплексов, где жители могут оставить свои автомобили. Это может снизить нагрузку на парковки во дворах домов и снизить количество конфликтных ситуаций. Однако это может быть не безопасно в плане сохранности автомобиля.

3.Внедрение платной парковки. Возможность платить за использование парковочного места способствовала бы контролю и более рациональному использованию доступных площадей. Однако, необходимо учесть социальные аспекты и установить разумные тарифы для различных категорий жителей.

4. Разработка системы электронной резервации парковочных мест. Технологии позволяют вводить системы, где водители смогут заранее забронировать место для своего автомобиля в нужном для них временном интервале.

5. Развитие общественного транспорта. Снижение количества автомобилей на дорогах поможет уменьшить потребность в парковочных местах. Это можно достичь путем расширения сети общественного транспорта, развития велосипедных дорожек и пешеходных зон.



Рис.1. Фото 1 из дворов г.Н. Новгорода

Несоблюдение требований Жилищного кодекса является нарушением закона, однако для решения проблемы парковочных мест требуется комплексный подход, с учетом инфраструктурных изменений, городского планирования и взаимодействия различных сторон - самостроителей, управляющих компаний, жителей и муниципальных органов.

Двор, где раньше росли трава и цветы стал парковкой, а дорожка, по которой на колясках и санках возили детей в детский садик – подъездной дорогой к стоянке для машин

УДК 629.331.1

ИЛЬЯНОВ Д.С.*, ИЛЬЯНОВ С.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДОРОЖНЫХ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ НА РАСХОД ЭНЕРГИИ И ЗАПАС ХОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ ГАЗЕЛЬ-NEXT ЭЛЕКТРО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
*Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Лицей №8 им. Академика Е.К. Федорова»

Электротранспорт – безоговорочный мегатренд в контексте борьбы с изменением климата, ответственного отношения к окружающей среде и стремления достичь углеродной нейтральности. Страны одна за другой заявляют об амбициозных планах полностью отказаться от автомобилей с двигателями внутреннего сгорания в ближайшие 10-15 лет. Крупные автомобильные концерны перестраиваются на производство электрокаров.

Запас хода, или дистанция, которую электромобиль может преодолеть на одной зарядке, является одним из ключевых факторов, определяющих его практичность и удобство в ежедневной эксплуатации. Большой запас хода обеспечивает уверенность и спокойствие водителя, поскольку он знает, что сможет добраться до требуемого пункта назначения без необходимости искать зарядную станцию вдали от маршрута. Хотя сеть зарядных станций становится все более развитой, все равно существует ограничение на доступность станций и время зарядки. Именно поэтому запас хода электромобиля является важной характеристикой и существует потребность в её определении с результатом, наиболее приближенным к реальным значениям.

Расход электроэнергии и запас хода электромобилей определяется на основании данных, предоставленных заводом-изготовителем, полученных по всемирной согласованной процедуре испытаний транспортных средств малой грузоподъемности WLTP, которая проводится в рамках испытаний по ездовым циклам в снаряженном состоянии электромобиля в дорожных условиях, приближенных к идеальным. То есть получаемые результаты экспериментов не учитывают влияние типа покрытия дороги и его состояние.

В этой связи исследование, направленное на определение расхода энергии и запаса хода электромобилей в различных режимах движения, с учетом дорожных условий эксплуатации, является актуальным.

Для того чтобы совершать перемещение электромобилю приходится преодолевать различные силы, которые оказывают сопротивление. Электромобиль затрачивает свою энергию на преодоление силы сопротивления дороги (сумма сил сопротивления качению и подъему), силы сопротивления ветру, силы сопротивления разгону [1, 4].

Так, силы сопротивления дороги определяются выражением:

$$P_{д} = \psi \cdot m \cdot g, \quad (1)$$

где m – масса электромобиля; g=9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2; ψ – коэффициент сопротивления дороги, который равен:

$$\psi = f \cdot cos\alpha + sin\alpha, \quad (2)$$

где f – коэффициент сопротивления качению; α – угол продольного уклона дороги.

Для проведения расчетов угол продольного уклона дороги можно принять $\alpha = 0$ и тогда $\psi = f$.

Расход энергии и запас хода возможно рассчитать, используя циклы, приведенные в ГОСТ Р 41.101-99 [3] для простого городского, загородного и смешанного циклов движения, в которых подробно указаны такие величины как скорость, ускорения, продолжительность операций.

Для определения энергии, которую затратит электромобиль на разгон и движение с постоянной скоростью, необходимо рассчитать работу, совершаемую для преодоления сил сопротивления движению.

Кроме того, необходимо учитывать, что в процессе торможения электромобиль способен осуществлять процесс рекуперации энергии [3].

Таким образом, расходуемая за цикл энергия накопителя определяется путем суммирования затрат на отдельных участках, а общие затраты энергии при движении по заданному циклу вычисляются как разность расходуемой и рекуперируемой энергий.

Удельный расход энергии накопителя за цикл в кВт·ч на км пути рассчитывается по выражению:

$$E_{\text{НЭуд}} = \frac{E_{\text{НЭзатр}}}{L_{\text{ц}}}, \quad (3)$$

где $L_{\text{ц}}$ – расстояние, км, проходимое электромобилем при движении по заданному циклу.

Запас хода электромобиля определяется по следующему выражению:

$$S = \frac{\text{Е}_{\text{акум}}}{\text{Е}_{\text{НЭуд}}}, \quad (4)$$

где $\text{Е}_{\text{акум}}$ – емкость высоковольтной батареи электромобиля, кВт ч; $\text{Е}_{\text{НЭуд}}$ – удельный расход энергии накопителя за цикл в кВт·ч на км пути.

Для оценки влияния коэффициента сопротивления дороги на расход энергии и запас хода электромобиля принимаются значения ψ = 0,008 для сухого асфальтобетонного покрытия дороги в хорошем состоянии и ψ = 0,02 для обледенелого покрытия дороги, согласно [табл. 1.1, 4].

В качестве объекта исследования принимаем электромобиль Газель NEXT ЭЛЕКТРО с 3-х местной однорядной кабиной.

В ходе произведенных расчетов были сформированы массивы значений расхода электроэнергии и запаса хода объекта исследования при городском, загородном и смешанном циклах движения, согласно ГОСТ Р 41.101-99, в зависимости от комплектации заводом-изготовителем соответствующей ВВБ с энергоемкостью 24/47/70 кВт·ч, в различных условиях эксплуатации, зависящих от состояния дорожного покрытия.

Таблица 1

Сравнительный анализ влияния типа и состояния дорожного покрытия на удельный расход энергии за цикл на км пути

Цикл движения	Удельный расход энергии за цикл на км пути, кВт $\cdot \frac{\text{ч}}{\text{км}}$		Разница показателей, %
	сухое асфальтобетонное покрытие дороги в хорошем состоянии	обледенелое покрытие дороги	
Простой городской	0,5192	0,6413	23,5
Загородный	0,7582	0,8975	18,4
Смешанный	0,6702	0,8031	19,8

В ходе расчетов выявлено очевидное влияние состояния дорожного покрытия на показатели энергоэффективности и, как следствие, на запас хода электромобиля. В городских условиях эксплуатации прослеживается увеличение удельного расхода энергии за цикл на км пути на 23,5 %, что приводит к снижению запаса хода на 19 %.

Результаты исследования показывают, что тип и состояние дорожного покрытия оказывают существенное влияние на расход энергии и запас хода при одинаковых режимах движения, что должно учитываться как фактор сезонности при эксплуатации электромобилей.

Таблица 2

Сравнительный анализ влияния типа и состояния дорожного покрытия на запас хода электромобиля

Цикл движения	Запас хода электромобиля, км в зависимости от энергоемкости комплектуемой ВВБ						Разница показателей, %
	24 кВт·ч	47 кВт·ч	70 кВт·ч	24 кВт·ч	47 кВт·ч	70 кВт·ч	
	сухое асфальтобетонное покрытие дороги в хорошем состоянии			обледенелое покрытие дороги			
Простой городской	46,22	90,52	134,81	37,43	73,29	109,16	-19,0
Загородный	31,65	61,99	92,32	26,74	52,37	77,99	-15,5
Смешанный	35,81	70,13	104,45	29,88	58,52	87,16	-16,6

Библиографический список

1. Борисов, Г.В., Ильянов, С.В., Кузьмин, Н.А., Корчажкин, М.Г. Теоретическое прогнозирование расходов топлива грузовыми автомобилями: монография. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 176 с.
2. Джутон, Э., Рейн, К. и др. Электромобиль: устройство, принцип работы, инфраструктура / пер. с франц. В.И. Петровичева. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 440 с.
3. ГОСТ Р 41.101-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей, оборудованных двигателем внутреннего сгорания, в отношении измерения объема выбросов диоксида углерода и расхода топлива, а также транспортных средств категории M1 и N1, оборудованных электроприводом, в отношении измерения расхода электроэнергии и запаса хода. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 38 с.
4. Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учеб. пособие. – Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 368 с.

УДК 629.331.1

ИЛЬЯНОВ Д.С., ИЛЬЯНОВ С.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

СРАВНЕНИЕ ЗАЯВЛЕННОГО ИЗГОТОВИТЕЛЕМ ЗАПАСА ХОДА ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ ГАЗЕЛЬ-NEXT ЭЛЕКТРО СО ЗНАЧЕНИЯМИ, ПОЛУЧАЕМЫМИ РАСЧЕТНО, ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ТРАНСПОРТНОЙ РАБОТЫ, СОГЛАСНО НОРМАТИВНЫМ ДОКУМЕНТАМ, В ГОРОДСКОМ, ЗАГОРОДНОМ И СМЕШАННОМ ЦИКЛАХ ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Муниципальное бюджетное образовательное учреждение «Лицей №8 им. академика Е.К. Федорова»

Расход электроэнергии и запас хода электромобилей определяется на основании данных, предоставленных заводом-изготовителем, полученных по всемирной согласованной процедуре испытаний транспортных средств малой грузоподъемности WLTP (Worldwide harmonized Light vehicles Test Procedures) в соответствии с Глобальными правилами ООН N 15 «Всемирная согласованная процедура испытания транспортных средств малой грузоподъемности», которая проводится в рамках испытаний по ездовым циклам в снаряженном состо-

нии электромобиля. То есть получаемые результаты экспериментов не учитывают выполнение транспортной работы (зависящей от грузоподъемности, или от нормируемой загрузки пассажиров, или от конкретной массы перевозимого груза).

В этой связи исследование, направленное на определение расхода энергии и запаса хода электромобилей с полной массой в различных режимах движения является актуальным.

Для того чтобы совершать перемещение электромобилю приходится преодолевать различные силы, которые оказывают сопротивление. Электромобиль затрачивает свою энергию на преодоление силы сопротивления дороги, силы сопротивления ветру, силы сопротивления разгону [1, 4]:

$$P_{\text{д}} = \psi \cdot m \cdot g; \quad (1)$$

$$\psi = f \cdot cos\alpha + sin\alpha; \quad (2)$$

$$P_{\text{в}} = k_{\text{в}} \cdot F_{\text{а}} \cdot v^2; \quad (3)$$

$$F_{\text{а}} = 0{,}78 \cdot B_{\text{а}} \cdot H_{\text{а}}; \quad (4)$$

$$P_{\text{и}} = \delta_{\text{вр}} \cdot m \cdot j, \quad (5)$$

где m – масса электромобиля; g=9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2; ψ – коэффициент сопротивления дороги; f – коэффициент сопротивления качению; α – угол продольного уклона дороги; v – скорость движения электромобиля, м/с; $k_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха, Н · с^2/м^4; $F_{\text{а}}$ – лобовая площадь электромобиля, м^2; $B_{\text{а}}$ – наибольшая высота электромобиля, м; j – ускорение электромобиля, м/с^2; $\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

Согласно [2] для преодоления сил сопротивления при разгоне необходимо совершить работу, которую можно определить по следующему выражению:

$$\text{А}_{\text{р}i} = \frac{\psi mg(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2j_i} + \frac{k_{\text{в}}F_{\text{а}}(v_{i+1}^4 - v_i^4)}{4j_i} + \frac{\delta_{\text{вр}}m(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2}, \quad (6)$$

где m – масса электромобиля (полная) кг; g = 9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2; ψ – коэффициент сопротивления дороги; v – скорость движения электромобиля, м/с; $k_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха, Н · с^2/м^4; $F_{\text{а}}$ – лобовая площадь электромобиля, м^2; j – ускорение электромобиля, м/с^2; $\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

Энергия, которую затратит электромобиль на разгон можно найти по выражению:

$$E_{\text{НЭр}i} = \frac{\text{А}_{\text{р}i}}{\eta_{\text{су}} \cdot 3{,}6 \cdot 10^6}, \quad (7)$$

где $\eta_{\text{су}}$ – КПД электромеханической силовой установки, равный произведению коэффициентов полезного действия компонентов:

$$\eta_{\text{су}} = \eta_{\text{и}} \cdot \eta_{\text{эд}} \cdot \eta_{\text{м}}, \quad (8)$$

где $\eta_{\text{и}}$ – КПД инвентора; $\eta_{\text{эд}}$ – КПД тягового электродвигателя; $\eta_{\text{м}}$ – КПД механической части силовой установки.

На участке с постоянной скоростью работа по преодолению сил сопротивления движению будет иметь вид:

$$\text{А}_{\text{п}i} = \psi mgv_i(t_{i+1} - t_i) + k_{\text{в}}F_{\text{а}}v_i^3(t_{i+1} - t_i), \quad (9)$$

где m – полная масса электромобиля; g = 9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2; ψ – коэффициент сопротивления дороги; v – скорость движения электромобиля, м/с; $k_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха, Н · с^2/м^4; $F_{\text{а}}$ – лобовая площадь электромобиля, м^2; t – время движения.

Энергия, расходуемая электромобилем на этом участке, рассчитывается по выражению:

$$E_{\text{НЭп}i} = \frac{\text{А}_{\text{п}i}}{\eta_{\text{су}} \cdot 3{,}6 \cdot 10^6} \quad (10)$$

В процессе торможения электромобиль способен осуществлять процесс рекуперации энергии. Энергия, получаемая в процессе рекуперативного торможения, может быть найдена по следующему выражению:

$$E_{\text{НЭрек}i} = \eta_{\text{рек}}\left(\frac{\delta_{\text{вр}} m(v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2} - \frac{\psi m g(v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2j_i} - \frac{k_{\text{в}} F_{\text{а}}(v_i^4 - v_{i+1}^4)}{4j_i}\right)/(3{,}6 \cdot 10^6), \quad (11)$$

где $\eta_{\text{рек}}$ – КПД рекуперации, m – масса электромобиля; g=9,81 – ускорение свободного падения, м/с^2; ψ – коэффициент сопротивления дороги; v – скорость движения электромобиля, м/с; $k_{\text{в}}$ – коэффициент сопротивления воздуха, Н · с^2/м^4; $F_{\text{а}}$ – лобовая площадь электромобиля, м^2; j – ускорение электромобиля, м/с^2; $\delta_{\text{вр}}$ – коэффициент учета вращающихся масс.

Расходуемая за цикл энергия накопителя определяется путем суммирования затрат на отдельных участках. Общие затраты энергии при движении по заданному циклу вычисляются как разность расходуемой и рекуперируемой энергий по выражению:

$$E_{\text{НЭзатр}} = E_{\text{НЭрасх}} - E_{\text{НЭрек}} \quad (12)$$

Удельный расход энергии накопителя за цикл в кВт·ч на км пути рассчитывается по выражению:

$$E_{\text{Нэуд}} = \frac{E_{\text{Нэзатр}}}{L_{\text{ц}}}, \quad (13)$$

где $L_{\text{ц}}$ – расстояние, км, проходимое электромобилем при движении по заданному циклу.

Запас хода электромобиля определяется по следующему выражению:

$$S = \frac{\text{Е}_{\text{акум}}}{\text{Е}_{\text{НЭуд}}},$$

где $\text{Е}_{\text{акум}}$ – емкость высоковольтной батареи электромобиля, кВт ч; $\text{Е}_{\text{НЭуд}}$ – удельный расход энергии накопителя за цикл в кВт·ч на км пути.

Для расчетов возможно принять ψ = 0,008 для сухого асфальтобетонного покрытия дороги в хорошем состоянии, согласно [табл. 1.1, 4]. Коэффициент при таком значении отражает условия, приближенные к летнему периоду эксплуатации.

Запас хода возможно рассчитать, используя циклы из ГОСТ Р 41.101-99 [3] для простого городского, загородного и смешанного циклов движения.

В качестве объекта исследования принимаем электромобиль Газель NEXT ЭЛЕКТРО с 3-х местной однорядной кабиной.

В ходе произведенных расчетов были сформированы массивы значений расхода электроэнергии и запаса хода объекта исследования при городском, загородном и смешанном циклах движения, согласно ГОСТ Р 41.101-99, в зависимости от комплектации заводом-изготовителем соответствующей ВВБ с энергоемкостью 24/47/70 кВт·ч.

Результаты полученных значений расчетных параметров сведены в табл. 1:

Таблица 1

Результаты полученных значений расчетных параметров

Энергоемкость комплектуемой изготовителем ВВБ	24 кВт·ч	47 кВт·ч	70 кВт·ч
Цикл движения	Простой городской		
Удельный расход энергии за цикл на км пути, кВт · $\frac{\text{ч}}{\text{км}}$	0,5192		
Запас хода электромобиля, км	46,22	90,52	134,81
Цикл движения	Загородный		
Удельный расход энергии за цикл на км пути, кВт · $\frac{\text{ч}}{\text{км}}$	0,7582		
Запас хода электромобиля, км	31,65	61,99	92,32
Цикл движения	Смешанный		
Удельный расход энергии за цикл на км пути, кВт · $\frac{\text{ч}}{\text{км}}$	0,6702		
Запас хода электромобиля, км	35,81	70,13	104,45

Проведя анализ полученных расчетных значений необходимо констатировать, что максимальный удельный расход энергии за цикл на км пути получается при загородном режиме

движения. При этом показатели расхода энергии за цикл на км пути при городских режимах движения минимальны, а соответственно запас хода стремится к максимальным значениям, преимущественно за счет влияния процесса рекуперативного торможения электродвигателем, так как в городе таких режимов движения значительно больше. Полученные значения кардинально отличаются от показателей запаса хода автомобилей оснащенных ДВС, у которых расход топлива в городском режиме эксплуатации больше, чем за городом, что негативно сказывается на запасе хода автомобиля.

Результаты исследования показывают, что расход энергии и, как следствие, запас хода электромобиля напрямую зависят от режимов движения, при чем больший расход энергии наблюдается в загородных циклах движения, меньший в городских, что приводит к большему запасу хода в городе до 40 %.

Заявленные производителем паспортные данные запаса хода электромобиля Газель NEXT ЭЛЕКТРО (200 км) значительно отличаются от расчетных значений, получаемых в соответствии с действующими нормативными документами (ГОСТ Р 41.101-99), в режимах городского, загородного и смешанного циклов для электромобиля с полной массой в хороших дорожных условиях эксплуатации (при сухом асфальтобетонном дорожном покрытии хорошего качества) при максимальной энергоемкости комплектуемой заводом-изготовителем ВВБ 70 кВт·ч. Разница заявленных производителем и получаемых расчетно максимальных показателей запаса хода при полной загрузке электромобиля составляет 32,6 %.

Библиографический список

1. Борисов, Г.В., Ильянов, С.В., Кузьмин, Н.А., Корчажкин, М.Г. Теоретическое прогнозирование расходов топлива грузовыми автомобилями: монография. – Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2018. – 176 с.
2. Джутон, Э., Рейн, К. и др. Электромобиль: устройство, принцип работы, инфраструктура / пер. с франц. В.И. Петровичева. – М.: ДМК Пресс, 2022. – 440 с.
3. ГОСТ Р 41.101-99. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения легковых автомобилей, оборудованных двигателем внутреннего сгорания, в отношении измерения объема выбросов диоксида углерода и расхода топлива, а также транспортных средств категории M1 и N1, оборудованных электроприводом, в отношении измерения расхода электроэнергии и запаса хода. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 38 с.
4. Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учеб. пособие. – Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 368 с.

УДК 621.431

КАЛИНИН Е.Д., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ГРУЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ «ГАЗЕЛЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобили Газель всех поколений являются очень востребованными на рынке коммерческих легкотоннажного коммерческого транспорта в России. Для управления автомобилем не требуется специальной категории прав, автомобиль ремонтопригоден и прост в обслуживании. Имеет недорогую себестоимость и легко поддается всевозможным доработкам, в том числе удлинению кузова с целью большей вместимости. В связи с этим, необходимо использовать для бортовой платформе самый оптимальный материал.

В данной статье представлена бортовая грузовая платформа автомобиля Газель, произведена оценка выбора материала. платформа (рис. 1) Бортовая платформа имеет габариты:

длина 4.2 м; ширина 2,05 м; высота тента 1,80 м. Основание выполнено из фанеры, толщиной 18 … 20 мм, устойчивой к влаге. Крепление к раме – точечное.

В пакете 3D программ (Autodesk Inventor) создана модель бортовой платформы и произведен расчет при нагружении силой 10.000Н

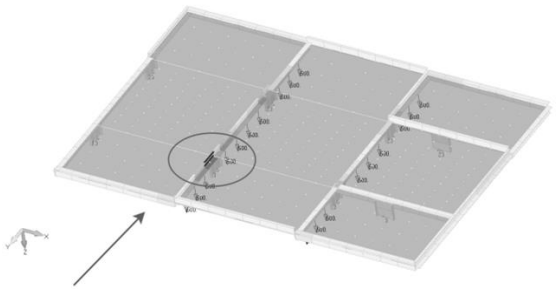


Рис. 1. Напряжение в балочных элементах платформы с фанерой (визуально фанера отключена) , МПА (σ_{MAX} = 96,3 МПа)

Для примера на рис. 2 изображен один из результатов.

Максимальные напряжения σ_{MAX} в элементах платформы составили 96,3 МПа.

Расчет допускаемых напряжений выполнен для платформы по ГОСТ Р 52857.1— 2007 [1] : $[\sigma]=\frac{\sigma_\tau}{n_т}$, МПа, $n_т$ — коэффициент запаса по пределу текучести, $n_т$ =1,2 для стали.

Результаты расчетов приведены в таблице 1 для трех марок сталей: 08; 20; S550MS.

Таблица 1. **Коэффициенты запаса по напряжениям в грузовой бортовой платформе (различные марки стали)**

Сталь	**Предел текучести $\sigma_т$, МПа**	**Допускаемые напряжения [σ], МПа**	**Коэффициент запаса по напряжениям n = [σ] / σ_{MAX}**	**Коэффициент запаса по напряжениям, %**
08	196	160	1,66	66
20	245	200	2,08	108
S550MS	500	420	4,36	336

Подводя итог, отметим, что при нагрузке 1.000кг, платформа успешно справляется, имеет коэффициент запаса по напряжениям от 66% до 336% (зависит от марки стали). Можно сделать вывод и о том, что данная конструкция выдержит не только статическую нагрузку, но и динамическую.

Экономического эффекта не добиться, так как себестоимость бортовой грузовой платформы из стали 08/20 обходится в 25.000 руб. Используя более дорогую марку стали S550MS, оставив профиль балки высотой 60 мм и толщиной 2,5 мм., себестоимость возрастает до 50.000 руб., что является существенным увеличением.

При уменьшении размеров профиля грузовой платформы из стали S550MS, это приведет к уменьшению массы конструкции бортовой платформы, снижению цены до сопоставимых стали 08/20 значений, а следовательно, к увеличению грузоподъемности автомобиля Газель. Что является оптимальным решением, при выборе разновидностей грузовых платформ

УДК 621.431

КАЛИНИН Е.Д.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВВОДА В ЭКСПЛУАТАЦИЮ АВТОБУСНЫХ ПОЛОС НА МАРШРУТЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОБУСА № А-90

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время вопрос прокладки автобусных полос в городах-мегаполисах стоит наиболее остро. Политика направлена на приоритет общественному транспорту, чтобы люди пересаживались на него с личных автомобилей, с целью разгрузить центр города.

На практике в г. Нижнем Новгороде активно начинают появляется полосы для движения общественного транспорта. В одних местах оптимизируют уже имеющюся ширину проезжей части, сужая полосы и добавляя дополнительную, где-то приходится расширять за счет прилегающей территории.

Целью работы является проанализировать положительное воздействие ввода аполос для общественного транспорта на пути следования маршрута № А-90 от остановки ЗКПД-4 до остановки ул. Минина.

Анализируя маршрут № А-90 [1], можно заметить, что наиболее продолжительную его часть занимает движение по магистральным улицам города (Сормовское шоссе, Московское шоссе и т.д.) (рис. 1).

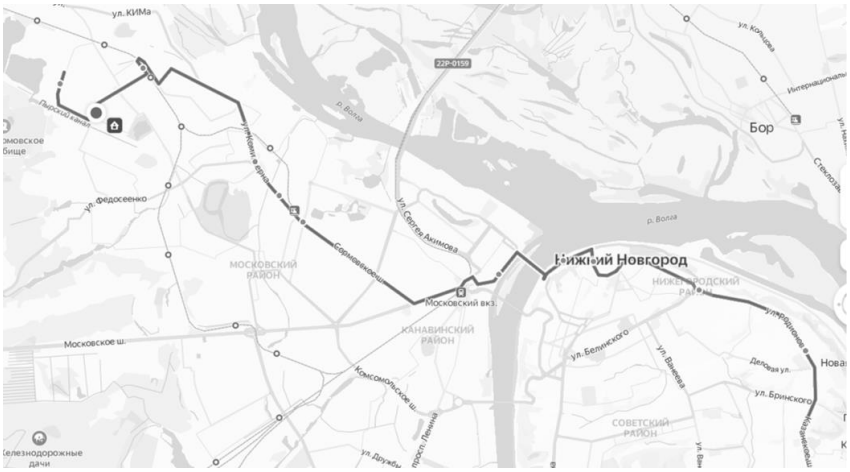


Рис. 1. Маршрут движения автобуса № А-90

Общее время движения в час пик на данном маршруте занимает 120 мин. Рассмотрим более подробно введение дополнительных полос на возможных участках и посчитаем сколько это может сэкономить времени (рис. 2, 3).

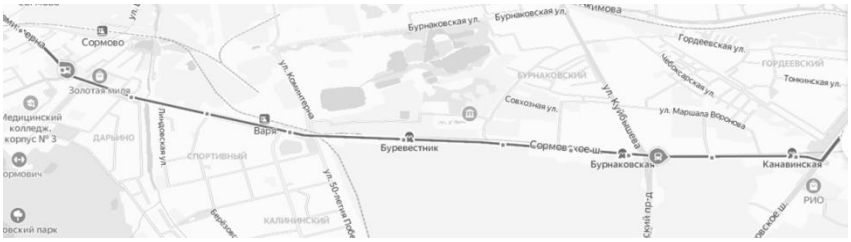


Рис. 2. Автобусная полоса на Сормовском шоссе

При движении в утренние и вечерние часы пик автобусу необходимо 30 мин. чтобы преодолеть данный участок (рис. 2) . С расширением проезжей части и введением двух дополнительных полос, можно сократить время движения до 15 мин.



Рис. 3. Автобусная полоса на Московском шоссе

Введенная в эксплуатацию автобусная полоса на Московском шоссе (рис. 3) подтверждает положительный эффект в существенной экономии времени передвижения – 5 мин.

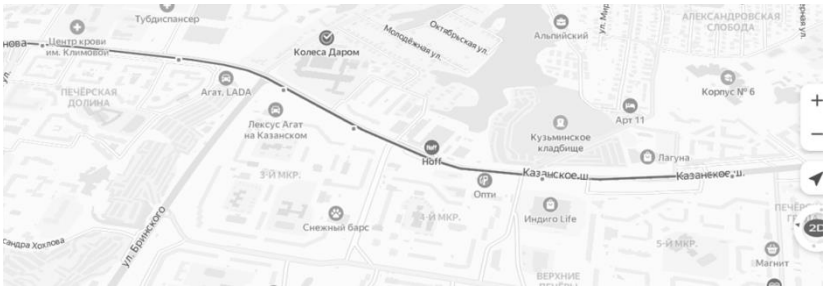


Рис. 4. автобусная полоса на Казанском шоссе

При движении в утренние и вечерние часы пик автобусу необходимо 20 мин. (рис. 4) чтобы преодолеть данный участок. С расширением проезжей части и введением двух дополнительных полос, можно сократить время движения до 5 мин.

Подводя итог, можно заметить положительный эффект от введения выделенных полос для движения автобусных средств. Экономия составляет 30 минут из всех 120 минут среднего движения на данном маршруте в утренние и вечерние часы пик.

1.https://yandex.ru/maps/47/nizhny-novgorod/routes/bus_90/796d617073626d313a2f2f7472616e7369742f6c696e653f69643d3230303733383535343532266c6c3d34332e393336363135252432433536 2e333237303936266e616d653d393026723d393830352674797065 3d627573/?ll=43.936896%2C56.328464&tab=stops&z=12.27

УДК 621.431

КАЛИНИН Е.Д.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАССАЖИРСКОГО ЭЛЕКТРОТРАНСПОРТА В НИЖЕГОРОДКОЙ АГЛОМЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Настоящее время смело можно назвать временем тотальной электрофикации. Тенденция развития транспорта прямиком направлена на переход от двигателей внутреннего сгорания (ДВС) к транспортным средствам на электротяге. Пассажирский транспорт не является исключением. В Нижегородской области реализуются федеральные программы по приобретению 170 трамвайных составов «МиНиН», а также 113 электробусов Лиаз-6274 (рис. 1). Остановимся подробнее на них, разберем, что же является для транспорта Нижегородской области важнее и уместнее – классические автобусы на дизельной тяге или же новомодные средство передвижения.

Целью работы является проанализировать плюсы и минусы электрических транспортных средств в сравнении с обычными на ДВС, в рамках Нижегородской агломерации.



Рис. 1. Электробус ЛИАЗ - 6274



Рис. 2. Автобус на дизельной тяге ЛИАЗ - 5292

Перед тем, как принять решение о закупке той или иной единицы пассажирского транспорта, необходимо проанализировать ее характеристики, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. **Характеристики пассажирских транспортных средств [1, 2]**

	Автобус на дизельной тяге ЛИАЗ - 5292	**Электробус ЛИАЗ - 6274**
Колёсная формула	4x2	4x2
Колёсная база, мм	5960	5960
Количество дверей, шт.	3	3
Трансмиссия	автоматическая	автоматическая
Полная масса, т	18,4	18,0
Двигатели	ЯМЗ-53633, 6-цилиндровый, рядный, 206 кВт	Трехфазные, асинхронные, 2 × 75 кВт
Максимальная скорость, км/ч	80	80
Низкопольность, %	100	100
Общее количество посадочных мест	28	30+1
Вместимость полная, чел.	114	110
Шины	R22,5	R22,5
Суточный пробег с подзарядками, км	-	300
Жизненный цикл, лет	7	15
Цена ТС, тыс. руб.	15 500	40 000
Расходы на топливо/электроэнергию	при 60 км/ч 29 л /100 км	23 кВт ч / 100 км
Цена 1 км. пробега, руб.	62,3	86,5

Одним из самых главных факторов данного сравнения является цена электробусов, которая более, чем в 2.5 раза превышает стоимость схожего пассажирского транспортного средства на дизельном ДВС.

Казалось бы, что выбор очевиден, необходимо закупать ЛИАЗ-5292 (рис. 2). Меньшая стоимость, простота эксплуатации и прозрачная надежность, большая вместимость и отсутствие требований по обслуживающей инфраструктуре.

В это же время, отдавая предпочтение электрическим пассажирским транспортным средствам, появляется шанс смотреть глобальнее, на среднюю и дальнюю перспективу. Проигрывая в стоимости подвижной единицы, можно получить возможность реализовать иные передовые проекты (например, чистое небо в центре г. Нижнего Новгорода), убрать излишние источники шума с центральных улиц города, внести вклад в заботу об экологии. В совокупности с загрязнением окружающей среды, которое происходит при выработке электроэнергии, необходимой для зарядки электробусов, эффект, на первый взгляд небольшой, но важным является перенос источников загрязнения из городской агломерации в отдаленные районы с целью заботы о населении.

Электрические автобусы позволяют убрать из центра города троллейбусы и очистить небо над главными улицами города, что несет в себе немаловажную эстетическую составляющую.

Одним из основных критериев оценки эффективности пассажирских транспортных средств является стоимость затрат на километр пути. Остановимся на этом подробнее, на примере статистики, приведенной в табл. 1.

Подводя итог, хочется сказать о том, что в настоящее время на общественный транспорт необходимо смотреть комплексно, учитывая множество различных факторов. Ведь, несмотря на более высокую себестоимость километра пути, приобретение электробусов ЛИАЗ-6274 является стратегически верным решением, с прицелом на будущее развитие города и заботой об экологии.

Библиографический список

1. https://spectekhnika.info/liaz-5292/?ysclid=lmn7ccl0gn516818679
2. https://bus.ru/buses/liaz/

УДК 621.431

КАЛИНИН Е.Д.

ПУТИ ОБНОВЛЕНИЯ ТРАМВАЙНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время по всей России большую популярность приобретает тенденция развития электрического транспорта. Повсеместно закупаются новые троллейбусы, электробусы, на дорогах часто можно встретить электромобили. Одним из основных видов электрического транспорта являются трамваи.

Трамвайная инфраструктура включает в себя трамвайные вагоны, железнодорожные пути и тяговые подстанции. В совокупности – это объемный и дорогостоящий перечень составляющих. В Нижегородской области по всем районам активно внедрено трамвайное сообщение, но инфраструктура порядком устарела. Целесообразно ли обновлять всю трамвайную инфраструктуру города – попробуем разобраться и ответить на данный вопрос.

Целью работы является проанализировать плюсы и минусы обновления трамвайной инфраструктуры, в рамках Нижегородской агломерации.

Для обновления трамвайных вагонов для Нижегородской области был выбран трамвай «МиНиН» Белорусско-Российского производства (рис. 1).



Рис. 1. Трамвай «МиНиН»

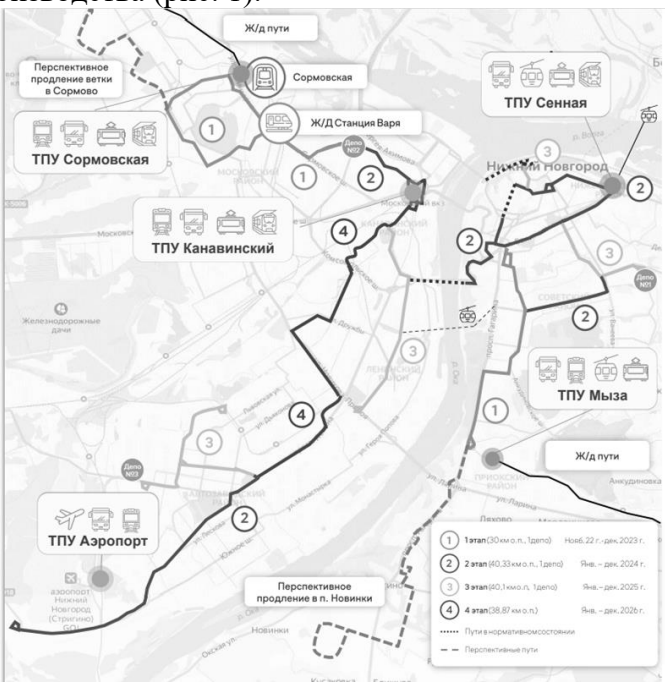


Рис.2. Этапы реконструкции трамвайных путей [1]

Всего планируется к закупке 170 трамвайных вагонов, из них 144 ед. большого класса и 26 единиц особо большого класса. Характеристики приведены в табл. 1.

Кроме приобретения трамвайных вагонов необходимо обновить трамвайную инфраструктуру, в следствии огромного объема необходимого, работа была поделена на этапы (рис.2).

Обновление всей трамвайной инфраструктуры требует огромных финансовых вложений и реализуется не один год. Долгий и тяжелый процесс. Но какие плюсы привнесет данная модернизация?

Таблица 1. **Характеристики трамвайных вагонов «МиНиН» [1]**

	Большой класс (1 вагон)	Особо большой класс (2 вагона)
Максимальная скорость, км/ч	75	75
Мест для сидения	33	66
Полная вместимость, чел.	165	260
Низкопольность, %	100	100
Срок службы, лет	30	30
Количество моторных тележек, ед.	2	3

Трамвайные пути города устарели и находятся в ненормативном техническом состоянии, в следствии чего время курсирования каждого маршрута затягивается. Трамвайные вагоны не могут быстро перемещаться по не ровным рельсам. К тому же, сам подвижной состав устарел более чем на 85%. Обновление трамвайной инфраструктуры положительно скажется на транспортной доступности Нижегородской агломерации и на комфорте жителей города.

Подводя итог, отметим, что реализация трамвайной концессии нужная и необходимая вещь, по ее итогам пассажиропоток трамвайных маршрутов значительно возрастет, комфорт передвижения кардинально повысится. К тому же, трамвайные маршруты плотно интегрируются с другими доступными видами транспортных средств и выполняют пересадочные и подвозящие функции, что, в свою очередь, сильно повлияет на транспортную доступность Нижегородской агломерации.

1.https://transport.52gov.ru/news/proekt-nizhegorodskoj-oblasti-po-modernizaczii-tramvajnoj-infrastrukturyi-poluchil-vyisokuyu-oczenku-mintransa-rf

УДК 656.073.5

КАРМАНОВ В.М., БЕРДНИКОВ Л.А., БАШЕВ М.В.

ПЕРЕВОЗКА КРУПНОГАБАРИТНЫХ И ТЯЖЕЛОВЕСНЫХ ГРУЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева
НОУ лицей № 38

Перевозка крупногабаритных и тяжеловесных грузов представляет собой сложный и ответственный процесс, требующий тщательной организации и соблюдения специальных требований. Этот вид транспортировки отличается от обычных грузоперевозок характеристиками перевозимых объектов. Если масса или габаритные размеры грузов превышают допустимые показатели, то грузы называются тяжеловесными или крупногабаритными. Эти грузы несут повышенную опасность, поэтому правила перевозки жестко регламентируются.

Тяжеловесные грузы – это объекты, превышающие допустимые параметры по массе или осевой нагрузке. Крупногабаритные – такие грузы, размеры которых больше, чем параметры автотранспорта [5].

На грузовом автомобиле можно транспортировать предметы, не превышающие габариты: Высота – 2,55 м; Длина – 13,6 м; Ширина – 2,55 м [4].

Для перевозки крупногабаритных и тяжеловесных грузов запрещается использовать в качестве тягачей колесные трактора на федеральных дорогах, и гусеничные - на всех автомобильных дорогах с усовершенствованным покрытием [5].

На транспортных средствах, перевозящих крупногабаритный и тяжеловесный груз, должны быть установлены опознавательные знаки «Автопоезд», «Крупногабаритный груз" и "Длинномерное транспортное средство" в соответствии с Основными положениями по допуску транспортных средств к эксплуатации и Правилами дорожного движения [3]. Также, такие транспортные средства, должны быть оборудованы специальными световыми сигналами оранжевого или желтого цвета. При высоте транспортного средства более 4,0 м грузоперевозчик обязан проводить контрольный промер высоты под путепроводами и другими искусственными сооружениями и коммуникациями на маршруте перевозки. Транспорт, перевозящий такой груз, должен сопровождаться одним или несколькими автомобилями прикрытия если высота ТС с грузом более 4,5 метров, ширина более 3,5 метров, а длинна груза превышает 25 метров.Однако помимо автомобиля прикрытия негабаритному грузу может еще понадобится автомобиль сопровождения. Автомобиль сопровождения — это патрульная машина ГИБДД. Она используется тогда, когда маршрут транспортного средства проходит по оживленному участку дороги с интенсивным движением, когда оно хотя бы частично занимает встречную полосу (ширина габаритов превышает 4 метра), когда длина автопоезда больше 30 метров и в других случаях, требующих вспомогательного регулирования дорожного движения [1].

Для перевозки таких грузов используется специальный транспорт, такой как низкорамные тралы, их платформа находится ниже, чем у обычного прицепа, что позволяет уменьшить общую высоту транспортного средства с грузом. Также, такие прицепы имеют повышенную грузоподъемность (до 100 тонн и более), оборудованы большим количеством осей для уменьшения удельной осевой нагрузки.

Для транспортировки КТГ выдается разрешение. Орган, который выдает разрешение будет отличаться в зависимости от маршрута перевозки груза:

Если часть пути пролегает по автомобильным дорогам федерального значения или по территории двух и более субъектов РФ, то за разрешением следует обращаться в Федеральное дорожное агентство (Росавтодор).

Если по автомобильным дорогам регионального или межмуниципального значения (или по территории двух и более муниципальных образований в границах субъекта), не затрагивая федеральные трассы, — в орган исполнительной власти субъекта РФ.

Если по автомобильным дорогам местного значения муниципального района — в орган местного самоуправления муниципального района.

Если только по автомобильным дорогам местного значения — в орган местного самоуправления поселения.

Если по автомобильным дорогам местного значения городского округа — в орган местного самоуправления городского округа.

Однако вне зависимости от того, в какой именно орган следует обращаться за разрешением, пакет необходимых документов будет одинаковым. Он включает в себя:

- заявление (с указанием маршрута движения, вида перевозки, сроков ее выполнения, количества поездок; характеристик груза — габариты, масса, делимость; сведений о транспортном средстве — регистрационный знак, марка и модель, масса, расстояние между осями, габариты; данных по организационно-правовой форме перевозчика);
- копии документов на транспортное средство (паспорт или свидетельство о регистрации);
- схему транспортного средства с изображением количества осей и колес и их взаимного расположения, с указанием распределения нагрузки по осям,крепления груза;
- сведения о технических требованиях к перевозке заявленного груза в транспортном положении.

После подачи заявления уполномоченный орган устанавливает, по каким еще участкам дорог проходит маршрут транспортного средства, определяет их владельцев и направляет в их адрес заявку на согласование маршрута. Когда получен ответ из каждого ведомства и,

если этот ответ положительный, заявителю выставляется счет — возмещение причиненного вреда. Как только счет будет оплачен и доказательства оплаты предоставлены, перевозчику выдается специальное разрешение, и он может начинать процесс транспортировки. В этом случае, максимальный срок со дня подачи заявления до получения разрешения составляет 11 рабочих дней.

При этом разрешение может быть как одноразовым, так и многоразовым — на несколько (не более 10) однотипных поездок: по определенному маршруту с аналогичным грузом [2].

Перевозка крупногабаритных грузов автомобильным транспортом в России — это сложный и ответственный процесс, требующий сочетания технической компетенции, строгого соблюдения регулятивных норм и использования инноваций. Развитие инфраструктуры и внедрение современных технологий направлены на повышение эффективности и безопасности данного вида перевозок в стране.

Библиографический список

1. Федеральный закон "О безопасности дорожного движения"
2. Федеральный закон "О транспортной безопасности"
3. "Правила дорожного движения" (ПДД)
4. "Технический регламент о безопасности колесных транспортных средств" (ТР ТС 018/2011)
5. "Правила перевозки грузов автомобильным транспортом" (ППГАТ)

УДК 621.262.4

КЕЧЕМАЙКИН В.А., БЕРДНИКОВ Л.А. РОЧЕВ Л.С.

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ПИТАНИЯ АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель: построение структурной схемы и расчет надежности системы

Общий вид принципиальной схемы системы приведен на рис.1.

Назначение данной системы – подача топлива из топливного бака в двигатель. Также эта система обеспечивает хранение топлива и его очистку перед подачей.

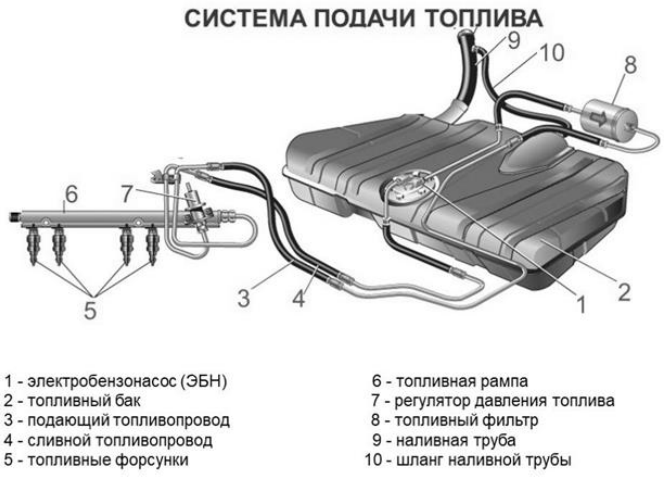


Рис.1. Принципиальная схема системы питания

Проведем анализ возможных неисправностей и отказов элементов системы питания(табл.1).

Таблица 1. **Основные неисправности подсистем**

Элемент или подсистема	Возможные неисправности
Топливный бак, топливная рампа, подающий (и сливной) топливопровод, шланг наливной трубы, наливная труба	Коррозия, коррозия элементов крепления бака, из-за воздействий окружающей среды, потеря герметичности из-за усталости материала.
Топливный насос	Загрязнение фильтра насоса(затрудняется подача топлива), выход из строя насоса, из-за длительной эксплуатации автомобиля с низким уровнем топлива, повреждение элементов питания топливного насоса.
Топливный фильтр	Загрязнение, снижается давление топлива в системе, (нарушение пропускной способности).
Регулятор давления топлива	Износ пружины, износ мембраны, засор.
Топливные форсунки	Износ трущихся деталей, отсутствие питания на контактах форсунок, засор.

Данные отказы приводят к нарушению регулировок или полной неработоспособности всей системы.

Разобьём систему на несколько подсистем, при этом элементы объединим исходя из выполняемых функций. Если функция группы элементов одна, то элементы соединяются в подсистему:

1. топливный бак (2) – ТБ (*функция элемента – хранение топлива*);
2. топливная рампа (6) – ТР (*функция – удержание топлива под давлением и распределение его по форсункам*);
3. регулятор давления топлива (7) – РДТ (*функция – поддержание на одном уровне и, при необходимости, корректировка давления в топливной рампе*);
4. топливный насос (1) – ТН (*функция – подача топлива в топливную рампу*);
5. топливный фильтр (8) – ТФ;(*функция –очистка топлива*);
6. топливоканалы (3,4,9,10) – ТК (*функция элементов – транспортировка топлива*);
7. форсунка (5) – Ф (*функция элемента – дозированная подача и распыление топлива в камере сгорания*)

Построим структурную схему системы питания с использованием последовательных и параллельных соединений элементов (рис.2).

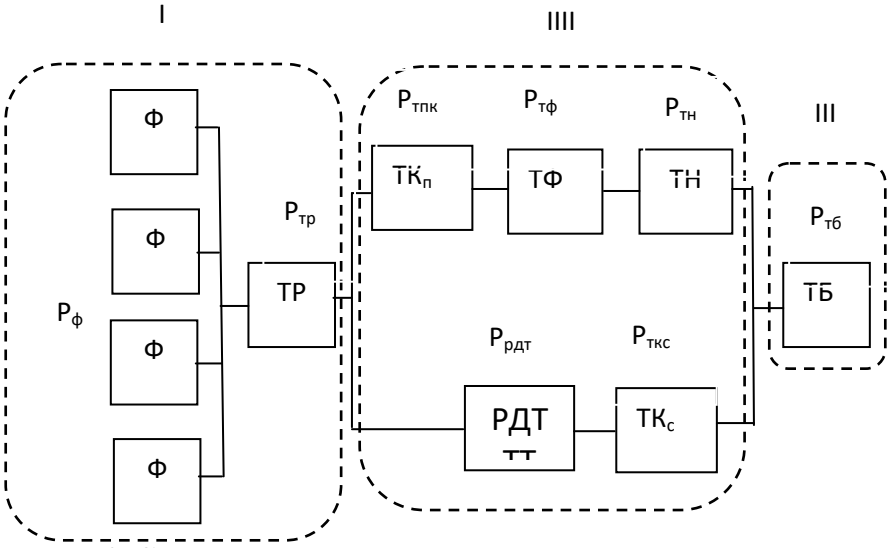


Рис.2. Структурная схема надежности топливной системы

Надежность системы оценивается уровнем вероятности безотказной работы. Для удобства расчетов укрупним систему (рис.3)

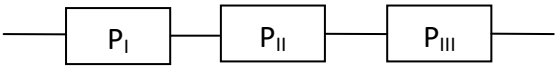


Рис.3. Укрупненная структурная схема надежности системы

Надежность такой системы определяется:

$$P = P_{I} \cdot P_{II} \cdot P_{III},$$

где: $P_{I} = [1-(1-P_{ф})\ (1-P_{ф})\ (1-P_{ф})\ (1-P_{ф})]\ P_{тр}$,

$P_{II}=1-(1-\ P_{рдт}\ P_{ткс}) \cdot (1-P_{тпк}\ P_{тф}\ P_{тн}$,

$P_{III}= P_{тб}$.

Для расчетов необходимы значения надежности (вероятности безотказной работы) каждого элемента системы (рис. 2). Расчет проводится при следующих назначенных исходных данных:

$P_{ф}$=0,9; $P_{тр}$=0,9; $P_{тпк}$=$P_{ткс}$=0,89; $P_{тф}$=0,8; $P_{тн}$=0,88; $P_{тб}$ = 0,87; $P_{рдт}$ = 0,86.

Наименее надежный элемент – топливный фильтр, т.к. он чаще всего требует замены.

В результате надежность системы составит:

P_{I} = = [1-(1-0,9) · (1-0,9) · (1-0,9) · (1-0,9)] · 0,9=0,89

P_{II}= 1-(1-0,86*0,89)*(1-0,89*0,80*0,88)=0,91

P_{III}= 0,87,

P = 0,89*0,91*0,87=0,714

Вывод: надежность системы питания автомобиля находится на уровне P=0,714, что является достаточным для данной системы.

Библиографический список

1. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. - М Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. -229с.

2. Корчажкин, М. Г. Основы теории надежности и диагностика / М. Г. Корчажкин. — Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2016 — 26 с.

УДК: 629.31.022.53

КЕЧЕМАЙКИН В.А., БЕРДНИКОВ Л.А. РОЧЕВ Л.С.

АНАЛИЗ ИЗНОСА ШИН АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С пробегом техническое состояние шин изменяется, что влияет на эксплуатационные свойства автомобиля и на безопасность движения. Поэтому важно следить за равномерностью износа всех шин, а также не допускать эксплуатации транспортного средства, остаточная высота протектора шин которого ниже минимальной допустимой. Задача предупреждения преждевременного износа и разрушения шин весьма сложна и связана с умением определять их виды, безошибочно выявлять причину, вызвавшую каждое конкретное разрушение шины.

Кроме безопасности, состояние шин влияет на управляемость, динамику движения автомобиля, а также на расход топлива.

Причины износа

Температура асфальта

Первый фактор, влияющий на износ шин легкового автомобиля, — это **температура дорожного покрытия**, чаще всего, асфальта. Сразу стоит указать, что чем она выше — тем выше износ автомобильных шин. На это есть вполне логичное объяснение.

Зернистость асфальта

Езда по крупнозернистому асфальту приводит к превышению нормы износа шин. Часто на поверхности дороги торчит щебень с острыми гранями, который сам по себе вредит резине. А если добавить сюда летнюю жару, то краски и вовсе сгущаются. Кроме того, по статистике езда по такому асфальту сопряжена с повышенным расходом топлива приблизительно на 0,3...0,5 литра на каждую сотню километров.

Скоростной режим

Езда с большой скоростью сопровождается чрезмерным износом покрышек. Это связано с высокой механической нагрузкой и высокой температурой, при которой им приходится работать. По статистике, на скорости 100 км/ч шина изнашивается приблизительно в два раза быстрее, чем на 60 км/ч. Однако это зависит от индекса скорости. Чем на большую скорость рассчитана покрышка — тем ее поверхность будет мягче.

Давление в шинах

Давление воздуха в колесах влияет не только на комфортную езду, но и на износ резины. Его чрезмерное значение приводит к износу центральной части покрышки, а недостаточное — к боковым. Особенно актуально проверять давление и при необходимости подкачивать колесо перед дальней поездкой с грузом (например, в отпуск). В этом случае значение давления должно быть немного выше стандартного.

Углы установки колес

Это так называемое развал/схождение. В нормальном положении **все колеса должны стоять строго вертикально**. В противном случае езда будет выполняться не по всей площади покрышки, а по внутренней или внешней ее части. Соответственно, и ее износ будет таким же. Тут существует еще один нюанс. Дело в том, что при езде на полной площади пятно соприкосновения с дорогой будет максимальным. А это значит, что при прочих равных условиях износ будет равномерно распределяться по поверхности резины. Разбалансировка развала/схождения является основной причиной **износа шин с внутренней стороны**.

Измерение глубины профиля

Самый простой и лёгкий способ измерения глубины канавок протектора — с помощью линейки или штангенциркуля. Для этого щуп штангенциркуля опускается на дно канавки и фиксируется полученное значение. Аналогично измеряется износ резины и при помощи линейки — её вставляют в протектор и проверяют его глубину.

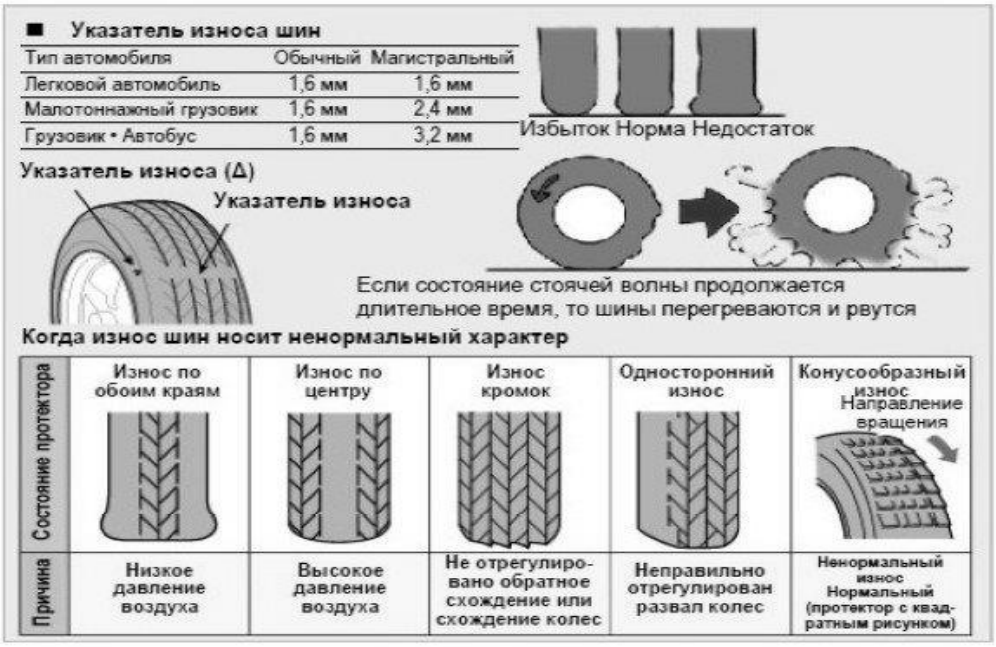
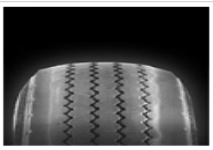
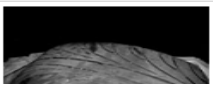


Рис. 1.

Типы стертой резины

Типы стертой резины с неравномерным износом и рекомендации по устранению

Тип	Наглядный пример	Факторы	Причины	Советы
Съедает резину по центру		Большое давление в центре пятна износа	Расхождение в размерах дисков, давлении или нагрузке. Неверно выбраны либо шины перекачаны	Подобрать более подходящие шины. Сбалансировать давление в соответствии с нагрузками. Проверить сходство размеров дисков и шин.
Резина стирается по краям (плечевые зоны)		Сосредоточение повышенного давления на краях плечевых областей	Расхождение в размерах дисков, давлении или нагрузке. Неверно выбраны либо в шинах слабое давление.	Сбалансировать давление в соответствии с нагрузками. Проверить сходство размеров дисков и шин. Подобрать более подходящие шины.
Стирается с одной стороны (внешняя сторона колеса или с внутренней стороны)		Возникновение бокового давления	Несбалансированное положение осей, и/или колес на них.	Выполнить проверку, и установку сход-развала.
Поперечный гребенчатый износ				
Ступенчатый износ плечевых областей с двух сторон				
Продольный гребенчатый износ		Протаскивание	Определенный стиль вождения. Несбалансированное положение осей. Расхождение в нагрузках и давлении.	Выполнить проверку, и балансировку осей авто. Сбалансировать давление в соответствии с нагрузками.
Волнообразный износ плеча с одной стороны		Возникновение бокового давления или же протаскивание	Несбалансированное положение осей, и/или колес на них. Неполадки в узлах подвески.	Выполнить проверку, и балансировку осей авто. Проверить, и при необходимости

Расчет потребности в автомобильных шинах АТП

Норма эксплуатационного пробега шины (Hi) получается умножением среднестатистического пробега шины на поправочные коэффициенты:

$$Н_i = Н \cdot К_1 \cdot К_2$$

$$Н_i = 85000 \cdot 0{,}8 \cdot 0{,}85 = 57\,800 \text{ км}$$

Где , k_1= 0,8 – коэффициент, учитывающий категорию эксплуатации автомобилей (III) (таблица 2.5. [2]);

k_2= 0,85 – коэффициент, учитывающий тип подвижного состава (автомобиль-самосвал) (таблица 2.5.[2])

Потребное количество шин для АТП в год можно рассчитать по следующей зависимости:

$$N_ш = \frac{\lambda_г \cdot n}{\lambda_н}$$

Где Nш - годовая потребность в шинах для АТП (шт.);

λг - годовой пробег автомобилей общий по парку (км.);

При среднесуточном пробеге – 350 км;

Число рабочих дней – 305;

Число автомобилей – 73.

n - число шин на одном автомобиле (без запасного колеса), (шт.);

λн - нормативный пробег шин (км.).[3]

$$N_{ш} = \frac{(305 \cdot 350 \cdot 73) \cdot 10}{57\,800} = 1\,349 \text{ шт}$$

1 Расчет затрат на шины

- эксплуатационный ресурс шин автомобиля КамАЗ-65111 – 57,8 тыс.км;
- норма на восстановление износа и ремонт шин определяется исходя из 90 % стоимости шины, 10 % стоимости считается остаточной; *Нш = 90/57,8 = 1,56;*

Где Нш - норма на восстановление износа и ремонт шин, %/тыс. км
- *Нпр* - норма эксплуатационного ресурса шин, тыс. км
- стоимость шины *(Нш)* - 23 тыс. рублей;
- количество ходовых шин *(пш)* - 10 шт.

Затраты на шины на 1 км пробега определяются по следующей формуле:

$$З_{ш} = 0{,}01 \cdot 1{,}56 \cdot 23 \cdot 10 = 3{,}6 \frac{\text{руб}}{\text{км}}$$

2 Заключение

1. Чтобы вовремя узнать о неисправностях, повлекших определенный тип износа. Например, стертая пятнами шина говорит о разбалансировке колес, которая может не только стать причиной вибрации, но и повлиять на работу и срок службы всей подвески.

2. Ради безопасности. Глубина рисунка протектора напрямую связана с управляемостью автомобиля: чем мельче становятся ламели, тем хуже покрышка отводит грязь и воду, и поэтому повышается риск аквапланирования. В том же случае становится хуже сцепление с дорогой и увеличивается тормозной путь.

Библиографический список

1. Кузьмин Н. А. Техническая эксплуатация автомобилей : закономерности изменения работоспособности : учеб. пособие / Н.А. Кузьмин. – Москва: ФОРУМ, 2011. – 208 с.
2. Г.М.Напольский. Технологическое проектирование АТП и СТО. Транспорт, 1993, с.270.
3. РД 3112199-1085-02. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств.

УДК 656.072

КЛЮКИН Д.С., КОРЧАЖКИН М.Г., ЧИКАЕВ А.О.

МЕТОДИКА РАЗДЕЛЕНИЯ НА РАВНОДОСТУПНЫЕ ОБЛАСТИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ АГЛОМЕРАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Суть метода заключается в оценке эффективности работы транспортной сети с точки зрения пассажира.

Цель данного метода – определить и количественно задать показатели эффективности функционирования транспортной сети.

Для определения этих показателей необходимо установить с какой целью пассажиры пользуются общественным транспортом (транспортной сети). Очевидно, что такой целью является перемещение из точки А в точку Б, где *точка* – любое здание или сооружение в черте города.

Выделим два критерия данного перемещения: время передвижения доступность.

Время передвижения – полное время необходимое для преодоления расстояния от точки А до точки Б.

Доступность – всевозможное количество путей, соединяющих две любых точки.

Для определения количества путей представим город в виде графа, в котором вершинами графа являются здания города, а ребрами графа – пути соединяющие каждое здание друг с другом.

Согласно Нижегородстату число зданий жилого и нежилого назначения в Нижнем Новгороде за 2022 год составляет 7801 здание. Соответственно, у получившегося графа будет 7801 вершина. Строить маршруты и считать время передвижения для такого большого количества точек излишне трудозатратно, потому что перемещение по городу между парой зданий далеко не всегда подразумевает использование маршрутной сети (в магазин у дома ходят пешком). По этой причине разделим территорию Нижнего Новгорода на равнодоступные области и представим все множество точек в области в виде равноудаленной точки.

Равнодоступные области – объединение микрорайонов одного района, обслуживаемых одними и теми же маршрутами или если сеть маршрутов микрорайона включена в сеть соседнего микрорайона, и хотя бы одна граница микрорайона находится не более чем в 15 минутах ходьбы от ближайшей остановки.

Равноудаленной точка – точка (здание), равноудалённое по времени и расстоянию от ближайших магистральных маршрутов и противоположных границ области. По сути своей, равноудаленная точка – адрес.

В качестве примера рассмотрим равнодоступную область “Сормовский-1” состоящую из 6 микрорайонов Сормовского района: микрорайон “Центр Сормово”, микрорайон “Дарьино”, микрорайон “Вождей революции”, микрорайон “10 микрорайон”, микрорайон “Починки”, микрорайон “посёлок Володарский” (Рис. 1).

Городские маршруты, обслуживающие микрорайон “Центр Сормово”: А9, А10, А25, А51, А56, А71, А90, А95, А3, А6, А8, А35, т57, т59, т24, т29, ТЛ5.

Городские маршруты, обслуживающие микрорайон “Дарьино”: А9, А10, А25, А51, А56, А71, А90, А95, т57, т59, т24, т29

Городские маршруты, обслуживающие микрорайон “Вождей революции”: в микрорайоне нет маршрутов автобусов, но самая дальняя точка от магистрального маршрута находятся в 1180 метрах, при средней скорости пешехода в 65 м/мин, данное расстояние преодолевается за 13 минут. Следовательно, микрорайон можно включить в равнодоступную область. (Рис. 2)

Городские маршруты, обслуживающие микрорайон “поселок Володарский”: А90, А10, А51, А71, А95, т24, ТЛ5.

Городские маршруты, обслуживающие микрорайон “Починки”: А51, А71, А90, А95, т24, ТЛ5.



Рис.1. “Сормовский-1

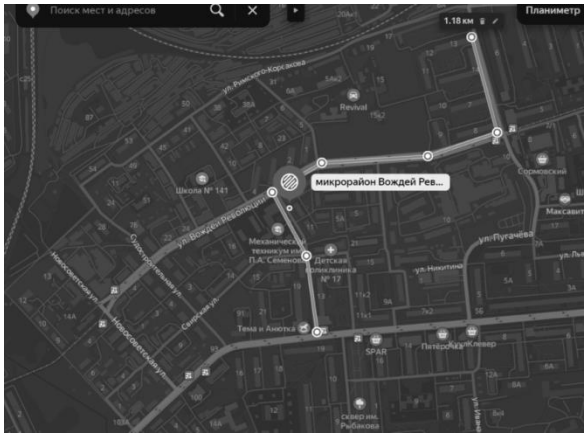


Рис.2. Микрорайон “Вожди революции”

Очевидно, что при наличии одинаковых маршрутов и одинаковых значениях времени требуемого для преодоления расстояния между остановкой и конечным пунктом маршрута доступность микрорайонов будет одинаковой. Иными словами, если мы окажемся в случайной точке одно из этих микрорайонов, то мы гарантированно сможем попасть в любую случайную точку оставшихся районов, то есть будет существовать по крайней мере 1 маршрут (без пересадок), соединяющий эти точки и позволяющий потратить на движение пешком в сумме не более 30 минут.

В итоге город Нижний Новогород был разделен на 32 равнодоступные области.

Примеры равнодоступных областей представлены на рис. 3.



Рис. 3. “Сормовский-2”

Библиографический список

1. ГОСТ Р 51004-96 Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества.

2. Ввод в действие зданий жилого и нежилого назначения в Нижегородской области. Федеральная служба статистики по Нижегородской области

3. Схема маршртуной сети Нижегородской агломерации // ЦО БДД – URL: https://transport.52gov.ru/map/

УДК 656.072

КЛЮКИН Д.С., КОРЧАЖКИН М.Г., МЕРЗЛЯКОВА М. И.

РАЗРАБОТКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ СЕТИ АГЛОМЕРАЦИЙ НА ПРИМЕРЕ ГОРОДА НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является установление основных показателей эффективности маршрутной транспортной сети агломераций на примере города Нижнего Новгорода.

Показателем эффективности транспортной системы являются вариативность и коэффициент эффективности.

Вариативность – характеризует число маршрутов позволяющих пассажиру попасть из случайной точки А в случайную точку В, используя автобусы и маршрутное такси (альтернативные виды транспорта (личный транспорт, метро, трамваи и т.п.) в данной работе не рассматриваются).

Точка – любое здание или сооружение, находящиеся в черте города.

В связи с большим количеством точек (свыше 7800 точек) территория Нижнего Новгорода была разделена на 32 равнодоступных областей и представим все множество точек в области в виде равноудаленной точки.

Равнодоступные области – объединение микрорайонов одного района, обслуживаемых одними и теми же маршрутами или если сеть маршрутов микрорайона включена в сеть соседнего микрорайона, и, хотя бы одна граница микрорайона находится не более чем в 15 минутах ходьбы от ближайшей остановки.

Равноудаленной точка – точка (здание), равноудалённое по времени и расстоянию от ближайших магистральных маршрутов и противоположных границ области. По сути своей, равноудаленная точка – адрес.

Для определения вариативности необходимо построить маршруты, соединяющие все равноудаленные точки друг с другом, и посчитать их количество.

Вариативность для равноудаленной точки определяется, как среднемедианное от числа всех маршрутов, соединяющих эту точку со всеми оставшимися точками

Минимальное допустимое вариации – 1(из любой равнодоступной области можно приехать в любую другую равнодоступную область в среднем одним автобусным маршрутом без пересадок). Недопустимое значение - 0(как минимум в половину областей нет возможности добраться без пересадки). Значения коэффициента больше 1, считаются оптимальными.

Коэффициент эффективности (ε)– показывает во сколько раз транспортная система сокращает переходную трудность сообщения.

Коэффициент эффективности определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{T}{T\text{пеш}} = \frac{V\text{пеш}}{V\text{ав}};$$

где Т – время движения по маршруту с использованием общественного транспорта, $T_{пеш}$ – время движения по маршруту без использования общественного транспорта, $V_{пеш}$ – скорость движения пешехода, $V_{ав}$ – среднее техническая скорость автобуса.

Принимаем $V_{пеш}$, $V_{ав}$ постоянными величинами 4 км/ч и 22 км/ч соответственно и получим самое оптимальное значение коэффициента:

$$\varepsilon = \frac{4}{22} = 0{,}18;$$

Следовательно, самое оптимальное время движения по маршруту с использованием общественного транспорта составляет 18% от времени движения пешком по тому же маршруту.

Самое неоптимальное время движения с использованием общественного транспорта составляет 100% от движения пешком, значит коэффициент эффективности лежит в пределах:

$0{,}18 < \varepsilon < 1$

Значение ε приведены в таблице 2.

Время движения по маршруту с использованием общественного транспорта определяется по формуле (Т):

$T=t_1+t_2+t_3+t_4$, где, t1 - время движения пешком от точки отправления до начальной остановки и от конечной остановки до точки прибытия;

$t_1 = \frac{l\text{отпр}}{V\text{пеш}} + \frac{l\text{приб}}{V\text{пеш}}$, где $l_{отпр}$ расстояние от точки отправления до начальной остановки, м; $l_{приб}$ – расстояние от конечной остановки до точки прибытия, м.; $V_{пеш}$ – скорость пешехода, м/мин.;

t2 – время ожидания транспорта;

$t_2 = \frac{t\text{инт}}{2}$;

$t_{инт}$ – интервал движения автобуса, мин;

t3 – время в движении (включая маршрут пересадки)

$t_3 = \sum_{i=1}^{n} \frac{Li}{V\text{тех}}$;

где L_i длинна i-ого маршрута, км.; n – число пересадок, ед.; $V_{тех}$ – техническая скорость автобуса, км/ч.;

t4 – время пересадки (включая время ожидания транспорта и время на переход);

$t_4 = \frac{t\text{инт}}{2} + \frac{l\text{перех}}{V\text{пеш}}$;

где $l_{перех}$ – длинна перехода, м.;

При наличии нескольких путей следования, время движения по пути следования (Т) считаем, как среднеарифметическое время движения по всем отдельно взятым автобусным маршрутам.

$T_{ср} = \frac{T1+T2+\cdots+Tz}{z}$, где z – число маршрутов.

При помощи данных коэффициентов была проведена оценка маршрутной транспортной сети. Определенные коэффициенты позволили выявить территории города Нижнего Новгорода с низким и высоким уровнем транспортного обслуживания. Так, в зоне района Сормовский-2 значение вариации υ составляет υ=0, а коэффициент эффективности ε составляет ε=1. Это указывает на низкий уровень работы транспортной сети. Также, в зоне района Нижегородский-3 значение вариации υ составляет υ=4, а коэффициент эффективности ε составляет ε=0,478. Это указывает на высокий уровень работы транспортной сети. В работе определены диапазоны допустимых значений коэффициентов υ и ε (υ ≥ 1 и 0,18≤ ε≤1). Полученные результаты исследования показывают возможность использования предложенных показателей для оценки эффективности транспортной сети городских агломераций.

Таблица 1. **Вариация υ**

Район	**Равноудаленная точка**	**Коэффициент вариации**	**Район**	**Равноудаленная точка**	**Коэффициент вариации**
Сормовский	1	2	**Приокский**	1	3
	2	0		2	0
	3	2		3	1
	4	1		4	0
	5	0	**Советский**	1	2
Московский	1	1		2	2
	2	3		3	3
	3	2		4	3
	4	3		5	2
	5	2	**Нижегородский**	1	2
Канавинский	1	2		2	2
	2	3		3	4
	3	2		4	2
Ленинский	1	3	**Автозаводский**	1	2
	2	1		2	2
	3	2		3	0

Таблица 2. **Коэффициент эффективности ε**

Район	Равноудаленная точка	Коэффициент эффективности	Район	Равноудаленная точка	Коэффициент эффективности
Сормовский	1	0,386	Приокский	1	0,514
	2	1		2	1
	3	0,427		3	0,492
	4	0,492		4	1
	5	1	Советский	1	0,529
Московский	1	0,479		2	0,523
	2	0,432		3	0,565
	3	0,506		4	0,518
	4	0,54		5	0,634
	5	0,514	Нижегородский	1	0,494
Канавинский	1	0,538		2	0,407
	2	0,533		3	0,478
	3	0,473		4	0,466
Ленинский	1	0,512	Автозаводский	1	0,432
	2	0,438		2	0,409
	3	0,559		3	1

Библиографический список

1. А.М. Якшин, Т.М. Говоренкова, М.И. Каган и др. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. – М.: Стройиздат, 1979. - 204 с.
2. С.В. Ильянов [и др.]; Теоретическое прогнозирование расхода топлива городскими автобусами: монография. – Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2023 – 144 с.
3. Евтюков С.А., Васильев Я.В. Экспертиза ДТП. Справочник. Изд. «ДНК», СПб, 2006 г. – 536 с.
4. ГОСТ Р 51004-96 Услуги транспортные. Пассажирские перевозки. Номенклатура показателей качества.
5. Ввод в действие зданий жилого и нежилого назначения в Нижегородской области. Федеральная служба статистики по Нижегородской области

УДК 656.072

КЛЮКИН Д.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

ВАРИАТИВНОСТЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вариативность **(υ)** – характеризует число маршрутов позволяющих пассажиру попасть из случайной точки А в случайную точку В, используя автобусы и маршрутное такси (альтернативные виды транспорта (личный транспорт, метро, трамваи и т.п.) в данной работе не рассматриваются).

Для определения вариативности необходимо построить маршруты, соединяющие все равноудаленные точки друг с другом, и посчитать их количество.

Маршруты можно разделить на две группы: с использованием общественного транспорта и без использования общественного транспорта (пешком). В свою очередь маршруты с

использованием общественного транспорта делятся на три группы: беспересадочные, с одной пересадкой, с двумя пересадками.

Вариативность для равноудаленной точки определяется, как среднемедианное от числа всех маршрутов, соединяющих эту точку со всеми оставшимися точками.

Минимальное допустимое вариации – 1(из любой равнодоступной области можно приехать в любую другую равнодоступную область в среднем одним автобусным маршрутом без пересадок). Недопустимое значение - 0(как минимум в половину областей нет возможности добраться без пересадки). Значения коэффициента больше 1, считаются оптимальными.

Расчет вариации на примере точки Сормовский-1.

С помощью схемы маршрутной сети Нижнего Новгорода ЦБДД НО построим маршруты между равноудаленной точкой Сормовский-1 с использованием общественного транспорта и всеми остальными точками.

В качестве примера построения таких маршрутов рассмотрим пары точек Сормовский-1(Пензеский переулок, 20А) и Советский-2 (улица Медицинская,26).

Существует 2 маршрута, связывающих эти точки:

Маршрут 1: Сормовский-1 – остановка “Улица Бугристая” – автобус А51 – остановка “Улица Нартова” – Советский-1 (Рис.1)

Маршрут 2: Сормовский-1 – остановка “Улица Исполкома” – автобус т29 – остановка “Медицинский университет” – Советский-1 (Рис.2)

Количество маршрутов, соединяющих точку Сормовский-1 с оставшимися точками, представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Маршруты из точки Сормовский-1**

	Сормовский					Московский				Канавинский			Ленинский		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Сормоский-1	-	1	2	1	2	1	3	3	5	2	0	3	3	3	1
	Советский					Нижегородский				Автозаводский			Приокский			
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**	**4**
Сормоский-1	2	1	1	1	1	3	3	4	2	3	1	1	3	0	0	0

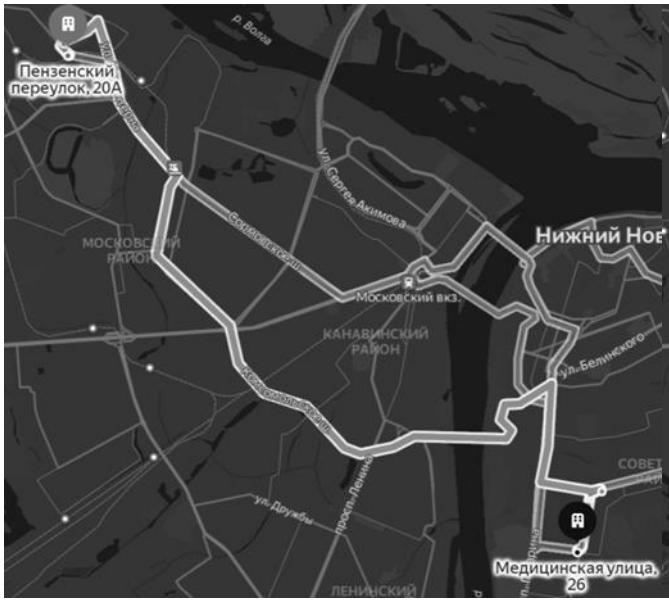


Рис. 1. “Маршрут 1”



Рис. 2. “Маршрут 2”

Исходя из данных в таблице вариация для точки Сормовский-1, а, следовательно, и для одноименной равнодоступной области, составляет $\upsilon = 2$, что является оптимальным значением.

1.А.М. Якшин, Т.М. Говоренкова, М.И. Каган и др. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. – М.: Стройиздат, 1979. - 204 с.

УДК 656.072

КЛЮКИН Д.С., КОРЧАЖКИН М.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

КОЭФФИЦИЕНТ ЭФФЕКТИВНОСТИ В ОЦЕНКЕ ТРАНСПОРТНЫХ СЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коэффициент эффективности (ε)– показывает во сколько раз транспортная система сокращает переходную трудность сообщения.

Дальнейшее определение коэффициента производится с использованием разработок А. М. Якшина.

Коэффициент эффективности определяется по формуле:

$$\varepsilon = \frac{T}{T\text{пеш}} = \frac{V\text{пеш}}{V\text{ав}};$$

где Т – время движения по маршруту с использованием общественного транспорта, $T_{пеш}$ – время движения по маршруту без использования общественного транспорта, $V_{пеш}$ – скорость движения пешехода, $V_{ав}$ – среднее техническая скорость автобуса.

Принимаем $V_{пеш}$, $V_{ав}$ постоянными величинами 65 м/мин (4 км/ч)[3] и 367 м/мин (22 км/ч)[2] соответственно и получим самое оптимальное значение коэффициента:

$$\varepsilon = \frac{4}{22} = 0{,}18;$$

Следовательно, самое оптимальное время движения по маршруту с использованием общественного транспорта составляет 18% от времени движения пешком по тому же маршруту.

Самое неоптимальное время движения с использованием общественного транспорта составляет 100% от движения пешком, значит коэффициент эффективности лежит в пределах:

$$0{,}18 < \varepsilon < 1$$

Значение ε приведены в таблице 2.

Время движения по маршруту с использованием общественного транспорта определяется по формуле (Т):

$$T = t_1 + t_2 + t_3 + t_4;$$

где, t1 - время движения пешком от точки отправления до начальной остановки и от конечной остановки до точки прибытия;

$$t_1 = \frac{l\text{отпр}}{V\text{пеш}} + \frac{l\text{приб}}{V\text{пеш}};$$

где $l_{отпр}$ расстояние от точки отправления до начальной остановки, м; $l_{приб}$ – расстояние от конечной остановки до точки прибытия, м.; $V_{пеш}$ – скорость пешехода, м/мин.;

t2 – время ожидания транспорта;

$$t_2 = \frac{t\text{инт}}{2};$$

$t_{инт}$ – интервал движения автобуса, мин;

t3 – время в движении (включая маршрут пересадки)

$$t_3 = \frac{Li}{V\text{тех}}$$

где L_i длинна i-ого маршрута, км.; $V_{тех}$ – техническая скорость автобуса, км/ч.;

t4 – время пересадки (включая время ожидания транспорта и время на переход);

$$t_4 = \frac{t\text{инт}}{2} + \frac{l\text{перех}}{V\text{пеш}};$$

где $l_{перех}$ – длинна перехода, м.;

При наличии нескольких путей следования, время движения по пути следования (Т) считаем, как среднеарифметическое время движения по всем отдельно взятым автобусным маршрутам.

$$T_{ср} = \frac{T1+T2+\cdots+Tz}{z};$$

где z – число маршрутов.

В качестве примера рассчета рассмотрим пару точек Сормовский-1(Пензеский переулок, 20А) и Московский-2 (улица Павла Орлова,9).

Данную пару точек связывают 2 автобусных маршрута:

Маршрут 1: Сормовский-1 – остановка “Улица Бугристая” – автобус А51 – остановка “Улица Нартова” – Советский-1

Маршрут 2: Сормовский-1 – остановка “Улица Исполкома” – автобус т29 – остановка “Медицинский университет” – Советский-1

Время движения (T_1) по маршруту №1:

$$T_1 = 20 + 3 + 45 + 0 = 68 \text{ мин};$$

$$t_1 = \frac{320}{65} + \frac{1000}{65} = 20 \text{ мин};$$

$$t_2 = \frac{6}{2} = 3 \text{ мин};$$

$$t_3 = \frac{16800}{367} = 45 \text{ мин};$$

$$t_4 = 0$$

Время движения (T_2) по маршруту №2:

$$T_2 = 24 + 7 + 44 + 0 = 75 \text{ мин};$$

$$t_1 = \frac{810}{65} + \frac{790}{65} = 24 \text{ мин};$$

$$t_2 = \frac{14}{2} = 7 \text{ мин};$$

$$t_3 = \frac{16500}{367} = 44 \text{ мин};$$

$$t_4 = 0$$

Среднее время движения по между точками:

$$T = \frac{75+68}{2} = 71 \text{ мин};$$

Время движения пешком:

$$T_{пеш} = \frac{15200}{65} = 233 \text{ мин};$$

Коэффициент эффективности:

$$\varepsilon = \frac{71}{233} = 0{,}30$$

Коэффициенты эффективности для оставшихся точек, связанных с точкой Сормовский-1 представлены в таблице 1.

Таблица 1. **Коэффициент эффективности ε**

	Сормовский					Московский				Канавинский			Ленинский		
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
Сормоский-1	-	**0,542**	**0,711**	**1,6**	**0,466**	**0,732**	**0,636**	**0,548**	**0,559**	**0,678**	**1**	**0,533**	**0,385**	**0,386**	**0,32**
	Советский					Нижегородский				Автозаводский			Приокский		
Сормоский-1	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**1**	**2**	**3**
	0,300	**0,38**	**0,332**	**0,35**	**0,383**	**0,343**	**0,308**	**0,384**	**0,349**	**0,376**	**0,364**	**0,394**	**0,374**	**0,38**	**0,332**

Коэффициент эффективности для равноудаленной области определяется как среднее медианное всех коэффициентов равноудаленной области. Для Сормовский-1 значение коэффициента: $\boldsymbol{\varepsilon} = 0.53$, что является оптимальным значением.

Библиографический список

1. А.М. Якшин, Т.М. Говоренкова, М.И. Каган и др. Графоаналитический метод в градостроительных исследованиях и проектировании. – М.: Стройиздат, 1979. - 204 с.
2. С.В. Ильянов [и др.]; Теоретическое прогнозирование расхода топлива городскими автобусами: монография. – Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е. Алексеева, 2023 – 144 с.
3. Евтюков С.А., Васильев Я.В. Экспертиза ДТП. Справочник. Изд. «ДНК», СПб, 2006 г. – 536 с.

УДК 629.331

КОЛЕСОВ В.М., МОЛОДЦОВ И.М., АРХИПОВ А.Н.

ИНТЕГРАЦИЯ С ТАХОГРАФОМ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПЕРЕГРУЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Идея использовать тахограф для записи информации с датчиков давления в пневмоподушках (зависимость давления в пневмоподушке от нагрузки на ось) - интересное и практичное решение. Рассмотрим преимущества и возможные сложности такого подхода.



Рис. 1. Существующая схема работы системы «платон»

Преимущества использования тахографа:

* Экономичность: Тахограф уже является обязательным оборудованием для большинства грузовых автомобилей, поэтому нет необходимости устанавливать дополнительный блок управления.
* Удобство: Данные о перегрузе будут храниться вместе с другими данными тахографа, что упрощает доступ к ним для анализа и контроля.
* Стандартизация: Тахографы имеют стандартизированные протоколы передачи данных, что упрощает интеграцию с системой "Платон".
* Безопасность: Обеспечение защиты данных тахографа от несанкционированного доступа и модификации.

Возможная сложность:

* Техническая реализация: Необходимо обеспечить совместимость датчиков давления с тахографом и разработать программное обеспечение для обработки данных.

Схема работы системы:

1. Датчики давления: Как и ранее, устанавливаются датчики давления в пневмоподушках.
2. Подключение к тахографу: Датчики подключаются к тахографу, который будет записывать данные о давлении вместе с другими параметрами движения.
3. Передача данных в "Платон": При выгрузке данных с тахографа, информация о давлении в пневмоподушках будет передаваться в систему "Платон" через ГЛОНАСС.
4. Анализ и выявление перегруза: Система "Платон" анализирует данные о давлении и, при выявлении перегруза, автоматически выписывает штраф владельцу транспортного средства.

Заключение:

Использование тахографа для записи данных о давлении в пневмоподушках - перспективный и экономичный подход к автоматизации контроля перегруза. При условии решения технических вопросов и обеспечения безопасности данных, такая система может стать эффективным инструментом для повышения безопасности на дорогах и снижения нагрузки на дорожное покрытие.

Библиографический список

1. Хранение информации в тахографе. – [https://rnsinfo.ru/materials/articles/tachograph/1411/]
2. Система «платон». Принципы действия. – [https://nslogistic.ru/press-center/articles/platon/]

УДК 628.4.037

КОЛЕСОВ В.М., БЕРДНИКОВ Л.А.,РОЧЕВ Л.С., БАШЕВ М.В., МОЛОДЦОВ И.М.

НАКАЧКА ШИН АЗОТОМ ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ ГРАЖДАНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева
Нижегородский лицей № 38

Многие шиномонтажные центры предлагают услугу по накачке шин азотом, приводя при этом множество положительных сторон данной процедуры. Данная идея возникла из автоспорта, там действительно накачивают шины болидов Формулы-1 азотом. Но делается это для того, чтобы в случае возгорания болида, что происходит весьма часто, воздух из шин не усугубил ситуацию, ведь сам азот не горит.

Но прогресс не стоит на месте и в гражданском использовании автомобилей инженеры постарались над снижением пожарной опасности автомобилей. Рассмотрим аргументы шиномонтажных центров в пользу данной услуги:

- **Давление в шине будет более стабильным, так как азот почти не расширяется.** Разница в давлении в пользу азота составит всего 0,00025 атм., ее не сможет измерить обычный манометр.
- **Сохраняется более стабильное давление в шине, так как молекулы азота крупнее, вследствие чего не так быстро проникают сквозь стенки шины.** Размер молекулы азота равен 0,32 нм, а кислорода 0,3 нм. Только разница эта совершенно незначительна. Немецкие специалисты экспериментально подсчитали, что покрышка, наполненная азотом, теряет давление на 0,01 бар медленнее, чем аналогичная покрышка с воздухом.
- **Экономия топлива, так как колесо, заполненное азотом, легче, чем колесо, накачанное воздухом.** Хоть колесо и становится немного легче, но по сравнению с массой самого колеса, эта разница будет неощутима. Но не стоит забывать, что на диске с обратной стороны откладывается грязь, а в протекторы шин забиваются камешки, что значительно

больше прибавит в весе колеса, от этого расход топлива становится больше. Накачку шин азотом можно сравнить с вниманием всех застрявших камешков в протекторе и полной мойке колеса после каждой поездки.

- **Азот лучше отводит от покрышки тепло, чем воздух.** Это утверждение ошибочно. Коэффициент теплопроводности кислорода 0,0269 Вт/(м•К), а азота 0,0261 Вт/(м•К). Разница мизерная. Более того, входящий в состав воздуха кислород лучше, чем азот, передает тепло от покрышки к диску, следовательно – охлаждает лучше.

Рассмотрев незначительные преимущества данной процедуры, можно сказать, что для автомобилей гражданского назначения она бесполезна.

УДК 621.

КОЛЕСОВ М.И., БЕРДНИКОВ Л.А.

ГРЯЗЕВЫЕ ОТСТОЙНИКИ АВТОЦИСТЕРН

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В соответствии с п. 6.8.2.2.2 каждое отверстие для наполнения или опорожнения снизу в цистернах, указанных в колонке 12 таблицы А главы 3.2 под кодом, в третьей части которого содержится буква «А» (см. пункт 4.3.4.1.1), должно быть оборудовано по меньшей мере двумя последовательно расположенными и независимыми друг от друга затворами, такими как: – наружный запорный клапан с патрубком из пластичного металлического материала и – запорное устройство, смонтированное на конце каждого патрубка, каковым может быть резьбовая пробка, глухой фланец или эквивалентное устройство. Это запорное устройство должно быть непроницаемым, чтобы не происходило утечки вещества. Должны быть приняты меры к тому, чтобы в сливной трубе мог происходить безопасный сброс давления до полного снятия запорного устройства[1] . Так, чтобы при повреждении наружной части запорного клапана, он продолжал удерживать содержимое цистерны и предотвращал розлив. Цистерны имеющие код LGBF, а это все бензовозы, выпущенные после вступления в законную силу приложений А и В к ДОПОГ, (как национальный стандарт требований к т/с и к самому процессу перевозки), должны иметь на всех отверстиях, через которые можно опорожнить цистерну, донные клапаны или не иметь подобных отверстий.

Более того надо помнить о том, что цистерна, перевозящая светлые нефтепродукты, должна соответствовать коду цистерны LGBF или LGBV в зависимости от конкретного случая или выше, если цистерна универсальная.

Разные производители автоцистерн комплектуют свои транспортные средства, а именно цистерны, грязевыми отстойниками, которые снабжены шаровым краном, и используются для слива из цистерны остатков воды и механических примесей, которые всегда образовываются в процессе перевозки в результате колебаний температуры. Факт в том, что с подобных отверстий можно осуществить опорожнение, а раз нужно осуществить опорожнение цистерны, то такие отверстия должны быть оборудованы внутренним запорным клапаном (донником).

Следовательно, это нарушение требований к конструкции автоцистерны, которое влечет за собой серьезное административное наказание, вплоть до помещения автоцистерны на штрафную автостоянку. Устанавливать на «отстойник» донный клапан не имеет смысла, а зачастую, и технических возможностей. По этой причине, решением выше указанной проблемы, является «обрезание» таких «отстойников». [3]

Если рассматривать это нарушение с точки зрения ПОГАТ то Ряд вопросов в ПОГАТ остаётся нерешённым, так как отсылки к требованиям по безопасной перевозке опасных грузов не утверждены официально и не имеют юридической силы. Это приводит к отсутствию решений по многим вопросам. В отличие от ПОГАТ, ДОПОГ своевременно корректирует классификацию и номенклатуру опасных грузов с учётом изменений в Типовых правилах перевозки ООН.

В соответствии с ГОСТ 19433-88 «Грузы опасные. Классификация и маркировка», ПОГАТ определяет классификацию опасных грузов. Однако перечень опасных грузов, разрешённых для перевозки автомобильным транспортом, согласно приложению 7.3 к ПОГАТ, не соответствует современным Типовым правилам перевозки опасных грузов ООН. В результате возникают несоответствия в наименованиях и номерах ООН для многих опасных веществ и изделий, а также ограничивается номенклатура разрешённых к перевозке грузов.

Поэтому, до 11 октября 2016 года в Российской Федерации существовал свой нормативный акт, в котором содержались правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом ПОГАТ. Правила перевозки опасных грузов автомобильным транспортом (ПОГАТ) отменены Правительством Российской Федерации. [4]

Начиная с 2017 года на территории России действует Европейское соглашение - ДОПОГ, в котором содержатся все необходимые нормативы Дорожной Перевозки Опасных Грузов, и оно регламентируется положениями Европейского соглашения о международной дорожной перевозке опасных грузов (ДОПОГ) и Технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств"

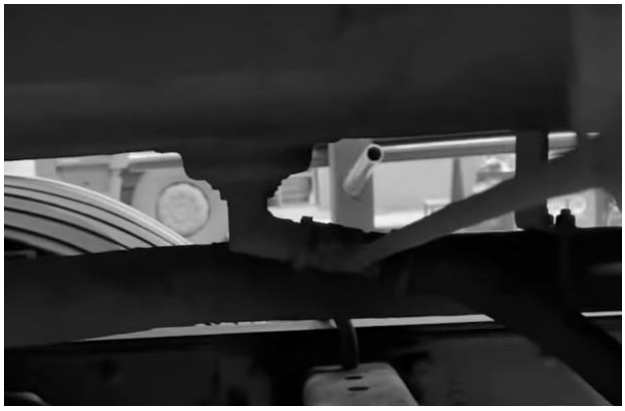


Рис.1. Грязевой отстойник



Рис.2. Внутренний запорный клапан

Библиографический список

1. ДОПОГ 20190101_ADR_2019_vol1_R.pdf (rosavtotransport.ru)
2. Приказ Минтранса России от 05.09.2016 N 262 "О внесении изменений в Правила обеспечения безопасности перевозок пассажиров и грузов автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом, утвержденные приказом Министерства транспорта... (Зарегистрировано в Минюсте России 15 декабря 2016 г. N 44750)
3. https://adrnk.ru/obrezanie-otstojnikov-remont-cistern-pri-protechke-i-dtp#:~:text=6.8.2.2.2%20приложения%20A%20к%20ДОПОГ%2C%20наличие%20шаровых%2Cпомещения%20автоцистерны%20на%20штрафную%20автостоянку

3.1. ДОПОГ 2023 том 2

3.2. ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПОСТАНОВЛЕНИЕ от 21 декабря 2020 г. № 2200

4. https://profi-cpr.ru/news/news-avtotransport/pogat-otmenen-okonchatelno.html

УДК 656.073

КОНОЧКИН А.Д., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПЕРЕВОЗКА ЖИДКОГО БЕТОНА В ЗИМНЕЕ ВРЕМЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Температура окружающей среды при укладке бетонной смеси, схватывании, наборе прочности – один из важнейших показателей, влияющих на качество затвердевшего бетона. Существуют оптимальные температуры самой смеси и окружающей среды при ее изготовлении, перевозке, заливке в тонкостенные или массивные конструкции, твердении. Если показатели выше или ниже оптимальных, на помощь приходят различные технологические приемы. В ГОСТе 7473-2010 диапазон температур окружающей среды при изготовлении не определен. В более ранней редакции было указано, что температура бетонной смеси после ее изготовления и при перевозке к месту назначения должна составлять +18…20°С. Отклонения от этих величин не должны превышать 3°С в обе стороны. Подвижность приготовленной смеси определяют при температурах +10…+30°С не позднее, чем через полчаса после ее производства. Оптимальная температура укладки смеси – +15…+20°С. Укладка смеси при более низких температурах приводит к замедлению процесса схватывания и твердения продукта. Если в смесь не входят специальные противоморозные добавки, то падение температуры окружающей среды ниже 0°С приводит практически к остановке твердения продукта. Максимальная температура бетона при бетонировании массивных конструкций с модулем поверхности менее трех составляет +25°С, с модулем поверхности более трех – +30 °С. При напорном бетонировании температура смеси – +5…+20°С. Нормальными условиями твердения бетона считается диапазон температур +15…+25°С. Если запланировано твердение бетонного продукта при более высоких температурах, вводится повышающий коэффициент на расход цемента:

- +26…+29°С – 1,03;
- +30 и выше – 1,06.

Представление о влиянии температуры на набор прочности бетона обеспечивает следующий график (рис.1).

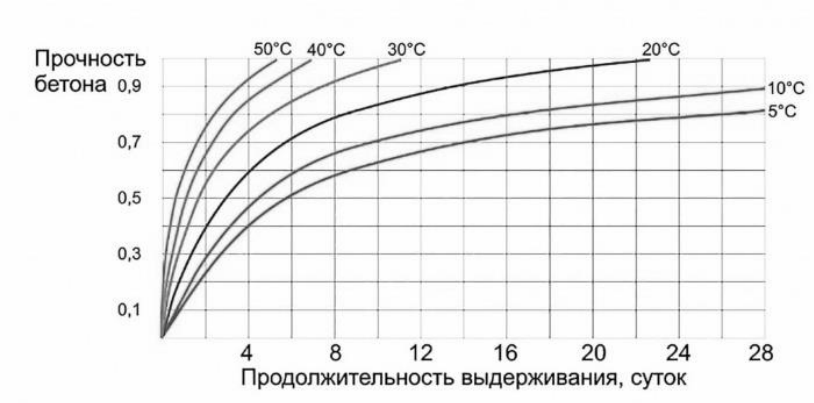


Рис. 1. Набор прочности бетона

Бетон можно заливать при температуре окружающей среды не ниже +5°С. Если же этот показатель ниже, то используют различные технологические приемы. Один из них – прогрев смеси, который необходимо продолжать до набора бетоном критической прочности. Значение критической прочности устанавливают в проектной документации. Если такая информация в проекте отсутствует, то этот показатель принимают равным 70% от марочной прочности.

Способы прогрева смеси:

- Термос. Этот метод применяется для массивных конструкций. Температура укладываемой смеси в этом случае должна быть +10°С и более. Химическая реакция твердения бетона относится к экзотермическим, то есть проходящим при выделении тепла. При отсутствии теплопотерь температура пластичного материала может достигнуть +70°С. Защита опалубки эффективным теплоизоляционным материалом позволяет сохранить выделяющееся тепло и обеспечить нормальные условия схватывания и твердения пластичного продукта до достижения критической прочности.
- Электронагрев – электродами, индукционный, с помощью электронагревательных приборов. Один из популярных методов – прогрев смеси электродами. Индукционный нагрев сложен в реализации, поэтому применяется редко. К электронагревательным приборам, используемым в этом случае, относятся электроматы, которые раскладываются на поверхности бетонной конструкции и подключаются к бытовой или трехфазной сети.

Как транспортировать бетонную смесь в зимний период

Транспортировка товарного бетона возможна при температуре воздуха **не ниже -15 °С.** Максимальная длительность доставки при температуре воздуха около -15 °С **не должна превышать 1-го часа**. Процесс разгрузки раствора необходимо уложить в 30 минут, иначе смесь начнет терять подвижность, даже если в составе содержится необходимое количество противоморозных добавок. Перегрузки материала требуется свести к минимуму. Уложить бетон также нужно за полчаса. Общий тайминг манипуляций с раствором при -15 °С от производства до завершения бетонирования и включения подогрева должен занимать **не более двух часов.** Если произойдет задержка на полчаса и более, в смеси начнутся необратимые изменения, которые отразятся на качестве строительства. Доставка бетона в зимнее время происходит только в миксерах. В них раствор постоянно перемешивается, что не дает ему густеть во время поездки. После выгрузки материала чашу автобетоносмесителя следует очистить от остатков материала с помощью горячей воды под напором. Если этого не сделать, остатки раствора застынут на стенах чаши, и удалить их будет очень сложно. При транспортировании бетонной смеси зимой необходимо стремиться к доставке ее от места приготовления до места укладки без перегрузок, во время которых происходит наибольшая потеря тепла. В тех случаях, когда без них обойтись нельзя, место перегрузки защищают от ветра, а перегрузочные бункера утепляют. Чтобы бетонную смесь транспортировать без задержек при погрузке, перевозке и выгрузке, необходимо заранее подобрать механизмы соответствующей производительности и правильно распределить тару соответствующей емкости, которая для бетонной смеси должна быть возможно более крупной (смесь при этом меньше остывает), утепленной и закрываться крышкой.

При перевозке бетонной смеси на большие расстояния автосамосвалами (при температуре наружного воздуха ниже -10°С) кузов накрывают брезентом или утепленными щитами и обогревают отработанными газами. Газы пропускают или через специально устроенное двойное дно кузова, или через трубы выводят к верхней части кузова и дают им такое направление при выходе, чтобы над бетонной смесью образовывалась непрерывная тепловая завеса. Бадьи при транспортировании накрывают деревянными утепленными крышками, обшивают снаружи фанерой по войлоку или утепляют другими способами. Тару, в которой перевозят бетонную смесь, перед началом работ и периодически в процессе работ прогревают паром или горячей водой.

Бетононасосы вместе с оборудованием должны находиться в утепленном или отапливаемом помещении. При температуре до -10°С бывает достаточно обернуть звенья труб магистрального бетоновода войлоком или шлаковатой. Замковые соединения поверх теплоизоляции покрывают съемными муфтами из мешковины и шлаковаты. Сняв муфту, можно демонтировать и повторно собрать бетоновод, не нарушая утепление труб. При более низкой температуре магистральный бетоновод прокладывают в утепленном коробе, обогреваемом расположенной рядом с ним паровой трубой.

Бетоновод и бетононасос очищают от бетонной смеси горячей водой или при наличии компрессорных установок — сжатым воздухом. Освобожденные от бетонной смеси звенья бетоновода не промывают (во избежание образования наледи), а прочищают скребками и металлическими щетками на длинных рукоятках и протирают пыжами из мешковины. Перед началом работ бетоноводы обогревают острым паром или горячей водой. Хоботы или виброхоботы утепляют войлоком или шлаковатой.

Велики потери тепла при подаче бетонной смеси распределительными транспортерами или виброжелобами, по которым она перемещается тонким слоем. Поэтому их применяют на небольших участках, защищенных от холода и ветра щитами, брезентом, съемными коробами. Магистральные транспортеры помещают в специальные галереи, обогреваемые теплым воздухом от калориферов. Однако при непрерывной подаче бетонной смеси по транспортеру в количестве 60—80 $м^3$/ч при температуре не более -20°С и отсутствии ветра галереи можно не обогревать, так как воздух нагревается от проходящей по транспортеру теплой смеси. Для защиты от ветра галерею снаружи обшивают толем. При перерывах в бетонировании и температуре ниже -20°С галерею обогревают.

Зимой температуру транспортируемой бетонной смеси измеряют в каждой доставленной на объект емкости при порционной подаче, а при подаче средствами непрерывного транспорта не реже чем через каждые 30 мин.

Библиографический список

1. Бердников Л. А., Кузьмин Н.А. Сертификация и лицензирование в сфере производства и эксплуатации транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования: учебное пособие / Л.А. Бердников, Н.А. Кузьмин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2014. – 54 с.
2. ГОСТ 7473-2010 Смеси бетонные. Технические условия (с поправкой от 12.09.2019).
3. ГОСТ 22783-2022 Бетоны. Метод ускоренного определения прочности на сжатие.
4. Постановление Правительства РФ от 16.02.2008 № 87 "О требованиях к перевозке опасных грузов автомобильным транспортом".

УДК 621.431.73

КОРЖЕМАНОВ Г.К., РОЧЕВ Л.С., БЕРДНИКОВ Л.А., ЖДЫРЕВА А.В., КЕЧЕМАЙКИН В.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ЗАМЕНЕ ПЕРЕДНИХ ТОРМОЗНЫХ КОЛОДОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Техническое обслуживание тормозной системы заключается в проверке и при необходимости регулировке механизмов рабочего, запасного и стояночного тормозов, свободного хода педали тормоза, натяжения ремня компрессора, предохранительного клапана и тормозного крана в системе пневматического привода, проверке герметичности привода, уровня жидкости в главном цилиндре, удалении конденсата из пневмосистемы.

При ЕТО проверяется герметичность пневмосистемы, сливается конденсат из ресиверов, проверяется действие рабочей, запасной и стояночной тормозной систем.

При ТО-1 выполняются работы, предусмотренные ЕТО, кроме того, проверяются натяжение ремня привода компрессора, затяжка гаек крепления компрессора, величина свободного хода педали тормоза, смазываются регулировочные рычаги тормозных механизмов. При ТО-2 дополнительно к перечисленным работам смазываются валы разжим-

ных кулаков тормозного механизма рабочего тормоза, проверяются свободный ход рычага стояночного тормоза, свободный и полный ход педали рабочего тормоза, исправность работы предохранительного клапана пневмопривода тормозов, шплинтовка пальцев штоков тормозных камер.

При СО проверяется состояние тормозных барабанов, колодок, накладок, стяжных пружин и разжимных кулаков, промывается и продувается сжатым воздухом фильтр регулятора давления, смазываются оси тормозных колодок, при необходимости заменяется тормозная жидкость в гидроприводе тормозов, производится частичная или полная регулировка тормозных механизмов.

Характерными отказами и неисправностями тормозной системы автомобиля являются слабое или неодновременное действие тормозов, плохое растормаживание или заклинивание колес.

Причиной слабого действия тормозов может быть негерметичность тормозного привода, попадание воздуха в систему гидравлического привода или недостаточное количество тормозной жидкости, нарушение регулировки привода и тормозных механизмов, износ или замасливание тормозных колодок и барабанов, недостаточное давление воздуха в пневматическом приводе из-за неисправности компрессора.

Негерметичность тормозного привода устраняют подтягиванием соединений или заменой поврежденных деталей. Негерметичность в соединениях определяют по подтеканию жидкости в гидравлическом приводе или по величине падения давления воздуха при неработающем двигателе в системе пневматического привода, которое не должно превышать 0,5 кгс/см^2 (50 кПа) за 0,5 ч при свободном положении педали тормозного привода и 0,5 кг/см^2 (50 кПа) в течение 15 минут при включенном тормозном приводе. Утечку воздуха обнаруживают на слух или с помощью мыльного раствора, которым смачивают возможные неплотности в соединениях. Наличие воздуха в гидравлическом приводе определяют при нажатии на тормозную педаль. Если педаль опускается без ощутимого сопротивления, то в приводе имеется воздух, который сжимается, и жидкость не передает давление на детали тормозного механизма.

Неодновременность действия тормозов может быть результатом нарушения регулировки привода или тормозных механизмов, замасливание тормозных колодок. Плохое растормаживание или заклинивание колес происходит вследствие поломки стяжных пружин тормозных колодок, обрыва фрикционных накладок, заедания валиков привода, неисправности тормозного крана, недостаточного свободного хода тормозной педали, разбухания манжет или заклинивания поршней в рабочих цилиндрах колес гидравлического привода.

В зависимости от характера неисправности удаляют воздух из гидравлического привода, нарушенные регулировки восстанавливают, нарушенные соединения подтягивают, поломанные и изношенные детали заменяют.

Удаляют воздух из гидравлического привода прокачиванием его тормозной педалью. Перед удалением воздуха прокачиванием привода тормозной педалью проверяют уровень жидкости в главном тормозном цилиндре. Он должен быть на 15-20 мм ниже верхней кромки наливного отверстия. Если уровень недостаточен, то жидкость доливают. Гидравлический привод тормозной педалью прокачивают вдвоем: один на колесном цилиндре снимает колпачок с перепускного клапана, присоединяет к нему резиновый шланг длиной 350-400 мм, опускает шланг в стеклянную банку, наполненную на 1/3 тормозной жидкостью, и отворачивает на 1/2-3/4 оборота перепускной клапан; после этого другой несколько раз быстро нажимает на тормозную педаль, каждый раз медленно ее отпуская. Прокачивание продолжается до тех пор, пока из трубки, опущенной в банку, не прекратится появление пузырьков воздуха. Через каждые пять-шесть нажатий на педаль нужно проверять уровень жидкости в главном тормозном цилиндре и своевременно доливать ее, так как при полном расходе жидкости в систему опять попадает воздух. После выхода воздуха из шланга, опущенного в банку, не отпуская нажатую педаль, плотно заворачи-

вают перепускной клапан колесного тормозного цилиндра, снимают шланг и надевают резиновый колпачок. Эта операция повторяется на всех рабочих цилиндрах колес, начиная с наиболее удаленных от главного тормозного цилиндра.

Свободный ход педали рабочего тормоза регулируют изменением длины тяги, соединяющей педаль с толкателем главного тормозного цилиндра (в гидравлическом приводе), или тормозным краном (в пневматическом приводе). Свободный ход тормозной педали гидравлического привода должен составлять 8-14 мм, что соответствует зазору 1,5-2,5 мм между толкателем и поршнем в главном тормозном цилиндре. Свободный ход верхнего конца педали пневматического привода должен быть 40-60 мм. Свободный ход педали проверяют при наличии в системе сжатого воздуха.

Регулировку тормозных механизмов колес выполняют после проверки и регулировки затяжки подшипников ступиц колес. Полную регулировку тормозных механизмов выполняют, как правило, только после разборки всего механизма в ремонтной мастерской. В процессе эксплуатации для восстановления нормального зазора между тормозными колодками и барабаном выполняют так называемую частичную регулировку тормозов. Необходимость в регулировке определяют по увеличенному ходу тормозной педали автомобилей с гидравлическим приводом и увеличенному ходу штоков тормозных камер у автомобилей с пневматическим приводом. Нормальная величина выхода штока тормозных камер у большинства автомобилей находится в пределах 15-40 мм.

Цель работы, приводящейся в НГТУ им. Р.Е. Алексеева, состоит в определении оптимальной периодичности по замене передних тормозных колодок технико-экономическим методом. Объектом разработки является тормозная система автомобиля ПАЗ 3204, представленная на рис. 1.

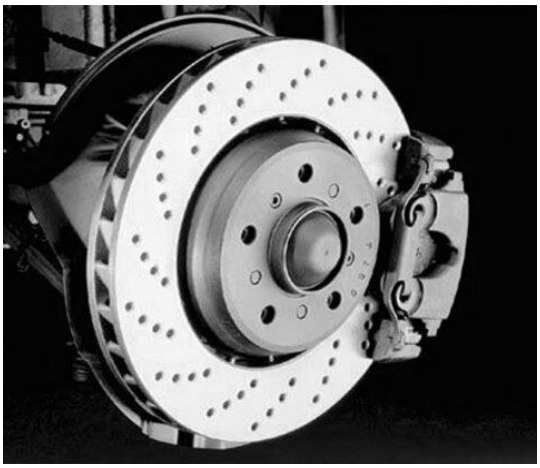


Рис. 1. Тормозная система

Тормозная система автомобиля – это система, функции которой направлены на создание и поддержание тормозной силы между колесом и дорожным полотном, снижение скорости движения (торможение), а также обеспечение условий для остановки и удержания транспортного средства от внезапного и незапланированного – самопроизвольного движения на месте во время покоя.

Задание: определить оптимальную периодичность l_0 по замене передних тормозных колодок автомобиля ПАЗ-3204. Стоимость операции d = 600, стоимость ремонтной операции замена передних тормозных колодок с =2500. Ресурс L связан с периодичностью обслуживания зависимостью $L=\frac{250000}{\sqrt[3]{l+100}}$.

Решение:

1. Произведем вычисление суммарных удельных затрат тормозной системы и их ремонт:

$$\mathrm{U} = C_1 + C_2 = \frac{d}{l} + \frac{c}{L} = \frac{600}{l} + \frac{2500}{\frac{250000}{\sqrt[3]{l+100}}},$$

где $\mathrm{C_1} = \frac{d}{l} = \frac{600}{l}$ -удельные затраты на диагностику; $\mathrm{C_2} = \frac{c}{L} = \frac{2500}{\frac{250000}{\sqrt[3]{l+100}}}$ -удельные затраты на ремонт.

Функция U является целевой функцией, а значит ее экстремальное значение соответствует какому-то оптимальному решению. В данном случае оно выражается в минимизации суммарных затрат на ТО и Р. Функцию U можно найти аналитически с использованием дифференциального исчисления, но в данном случае это не рациональный путь решения, так как в итоге получается уравнение, которое можно решить лишь с помощью численных методов. Воспользуемся графическим нахождения целевой функции. Результаты проведенных расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Пробег	C1	C2	U
500	1,2000	0,0506	1,25061
1000	0,6000	0,0619	0,66194
1500	0,4000	0,0702	0,47018
2000	0,3000	0,0768	0,37683
2500	0,2400	0,0825	0,32250
3000	0,2000	0,0875	0,28749
3500	0,1714	0,0920	0,26339
4000	0,1500	0,0960	0,24603
4500	0,1333	0,0998	0,23312
5000	0,1200	0,1033	0,22328
5500	0,1091	0,1065	0,21564
6000	0,1000	0,1096	0,20963
6500	0,0923	0,1125	0,20485
7000	0,0857	0,1153	0,20103
7500	0,0800	0,1180	0,19797
8000	0,0750	0,1205	0,19550
8500	0,0706	0,1229	0,19352
9000	0,0667	0,1253	0,19193
9500	0,0632	0,1275	0,19068
10000	0,0600	0,1297	0,18970
10500	0,0571	0,1318	0,18894
11000	0,0545	0,1338	0,18839
11500	0,0522	0,1358	0,18800
12000	0,0500	0,1377	0,18775
12500	0,0480	0,1396	0,18762
13000	**0,0462**	**0,1414**	**0,18759**
13500	0,0444	0,1432	0,18766
14000	0,0429	0,1450	0,18781
14500	0,0414	0,1466	0,18802
15000	0,0400	0,1483	0,18830

Результаты графического решения поставленной задачи представлены на рис. 2

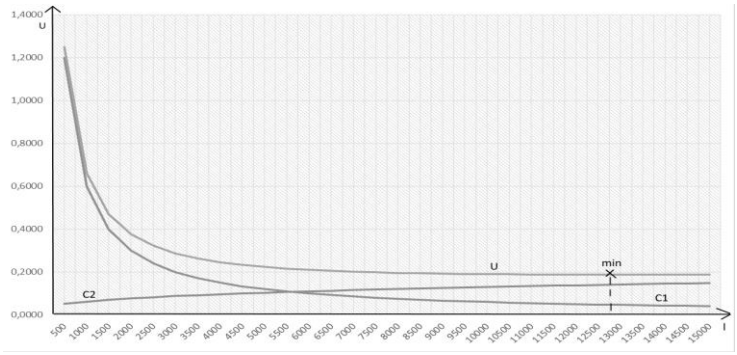


Рис.2. Определение l_o технико-экономическим методом

Таким образом, оптимальная периодичность проведения ТО рассматриваемой операции составляет $l_o = 13000$ км.

2. Произведем корректировку полученной периодичности операции для города Нижний Новгород.

   Корректировка производится по формуле:

$$L_i = L_{i(H)} \cdot k_1 \cdot k_3$$

где L_i – расчетное значение периодичности ТО i-ого вида, км;

$L_{i(H)}$ – нормативная периодичность ТО i-ого вида, км;

k_1 – коэффициент, учитывающий категорию эксплуатации автомобилей (III категория – k_1 = 0,8)

k_3 – коэффициент, учитывающий климатический район (умеренный – k_3= 1).

Тогда, получаем:

$$L_i = 13000 * 0{,}8 * 1 = 10400\text{км}$$

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей: монография / Н.А. Кузьмин, Г.В. Борисов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Н.Новгород, 2012. – 270 с.
2. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
3. Кустиков, А.Д. Повышение долго-вечности рулевых реек путем коррек-тирования периодичности замены масла / Кузьмин Н.А., Борисов Г.В. – Оренбург: Интеллект. Инновации. Инвестиции №6, 2022. - С. 79 - 87.

УДК 621

КОРЗЮК С.А.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ БЕСПИЛОТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Технологии стремительно развиваются, и одна из самых интересных областей- беспилотный транспорт.Беспилотный автомобиль- это инновационное транспортное средство,которое способно передвигаться без участия человека.Оно оснащено передовыми тех-

нологиями и системами,позволяющими автомобилю самостоятельно анализировать окружающую обстановку, принимать решения и координировать свои действия на дороге.[3]

Идея беспилотного управления автомобиля появилась из-за желания увеличить эффективность использования дорог, преобразования рынка труда и предложения новых способов самостоятельного передвижения на роботизированных транспортных средствах.

Одними из главных преимуществ данных авто являются эффективность,безопасность и экономическая выгода.

Эффективность заключается в оптимизации маршрутов и сокращении времени в пути,что приводит к уменьшению времени доставки грузов и пассажиров.Это достигается путем использования современных технологий,программного обеспечения и анализа данных,что позволяет выбирать наиболее оптимальные пути и избегать пробок на дорогах,что в свою очередь так же ведет к сокращению потребления топлива.[1]

Беспилотные автомобили могут предотвращать аварии и уменьшать количество дорожно транспортных происшествий,потому что они оснащены специальными системами и алгоритмами. Которые помогают им избегать опасных ситуациях на дороге.

Помимо преимуществ в данный момент есть несколько серьезных недостатков. Один из самых главных- риск возникновения проблем с программным обеспечением.Сбои работы программ обеспечения могут привести к нарушениям нормального функционирования систем автомобиля и несанкционированному доступу к данным со стороны третьих лиц.Сбои могут возникнуть в следствии ошибок программирования,неисправности аппаратной части, хакерских атак. [4]

Так же возникает ряд этических вопросов,которые связаны с выбором количества жерт искусственным интеллектом в том случае,когда авария неизбежна. [2]

В целом беспилотные автомобили представляют собой перспективное направление развития автомобильной индустрии.Они обладают рядом качеств ,привлекающих потребителей.Однако необходимо решить существующие недостатки, чтобы сделать их безопаснее,эффективнее и привлекательней для потребителя.

Библиографический список

1. https://www.rolf.ru/blog/bespilotnye_avtomobili__principy_raboty__plusy_i_minusy/
2. https://rb.ru/story/automated-vehicles-ready/
3. Юзаева А.Г. ,Кукарцев В.В. «Беспилотные автомобили: опасности перспективы развития» 2016
4. Беляев К.М. , Романов А.А. «Кибернитическая безопасность беспилотного транспорта» 2018

УДК 629.331.1

КОРЧАЖКИН Е.М.*, АБОЛДУЕВ А.А.*, ПРОШИН Д.Н., МОЛОДЦОВ И.М.

ОЦЕНКА И РАСЧЕТ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ДОРОЖНЫХ ИСПЫТАНИЙ

*Муниципальное автономное образовательное учреждение № 186
«Авторская академическая школа»
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Объективная информация о значении параметров, характеризующих тормозные свойства автомобилей в эксплуатации имеет важное значение при организации процессов поддержания работоспособного состояния и управлении показателями технической эксплуатации автомобилей. Тормозная система автомобиля является одной из основных систем, обеспечивающих безопасность движения. В технической эксплуатации автомобилей необходима

объективная информация о техническом состоянии систем автомобилей в каждый момент времени. В настоящее время при оценке технического состояния автомобилей широкое распространение получили методы инструментального контроля. Существующие нормативные требования также допускают оценку технического состояния систем автомобилей путем проведения дорожных испытаний.

Задачей работы было проведение дорожных испытаний тормозной системы автомобиля, с целью получения тормозных характеристик и определение значения тормозных сил по результатам испытаний и расчетным методом.

Требования к техническому состоянию элементов автомобиля в эксплуатации и методы проверки определяются ГОСТ 33997-2016 «Колесный транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки».

Для проведения дорожных испытаний был выбран ровный участок дороги, на котором был достаточно маленький трафик, что бы провести испытания. В качестве объекта исследования использовался автомобиль Skoda Kodiaq. Для проведения испытания был использован прибор для проверки эффективности тормозных систем «Эффект» (рис. 1). Данный прибор был расположен на стекле испытуемого автомобиля перед проведением испытаний. Автомобиль трогался с места и достигал начальной скорости 40 км/ч и, пройдя некоторое расстояние, производилось торможение (рис. 1).



Рис. 1. Проведение дорожных испытаний

Полученные результаты испытаний были обработаны. Результаты с большим отклонением начальной скорости от требуемых значений по ГОСТ 33997-2016 были отброшены. В результате усредненные значения показателей торможения при проведенных дорожных составили:

- тормозной путь S_n = 15,0875 м;
- время срабатывания тормозной системы $t_т = 0{,}42$ с;
- установившееся замедление $a_{\tau max}$ = 6,65375 $\frac{м}{с^2}$;
- усилие нажатия на педаль $F_т$ = 27,875 кгс.

Задачей проводимого исследования было определение значения тормозных сил на колесах автомобиля по результатам дорожных испытаний. Максимальная тормозная сила на всех колесах автомобиля определяется:

$$F_{\tau max} = \varphi_x G_a cos\alpha, \quad (1)$$

где φ_x – коэффициент сцепления, G_a – вес автомобиля, α – угол подъема дороги.

В условия проведения эксперимента $\alpha = 0$, т.к. при испытаниях автомобиль двигался по горизонтальному участку дороги. Значение коэффициента сцепления φ_x определяется из выражения $a_{\tau max} = \varphi_x g$, откуда $\varphi_x = \frac{a_{\tau max}}{g} = \frac{6{,}65375}{9{,}81} = 0{,}678$.

Вес автомобиля определен взвешиванием при проведении стендовых испытаний и составил: G_a=1800*9,81 = 17658Н.

Таким образом, значение максимальной тормозной силы на всех колесах автомобиля при дорожных испытаниях составило: $F_{\tau max}$ = 0,678*17658*1 = 11972 Н.

Далее проведено определение расчетное значение тормозной силы на колесах автомобиля при дорожных испытаниях по требованиям ГОСТ 33997-2016. Исходя из требуемых нормативных значений параметров торможения автомобиля определяется расчетное значение коэффициента сцепления:

$$\varphi_x = \frac{a_{\tau max}}{g} = \frac{4{,}9}{9{,}81} = 0{,}499,$$

где $a_{\tau max}$ – значение замедления при торможении, м/с^2.

Максимальная тормозная сила на всех колесах автомобиля на горизонтальном участке при дорожных испытаниях определяется:

$F_{\tau max} = \varphi_x \cdot G_a \cdot cos\alpha$ = 0,499·17658·1 = 8811,432 Н.

По результатам проведенного исследования установлено, что значение максимальной тормозной сила на всех колесах автомобиля на горизонтальном участке при дорожных испытаниях значительно превышает требуемое значение.

Библиографический список

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».
2. ГОСТ 33997-2016 «Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки».
3. Амирсейилов, Ш.А. Оценка технического состояния тормозной системы с пневмогидравлическим приводом / диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук –2006 г.
4. Богатырев А.А. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 181-182; URL: https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32066
5. Катаев, Н.Н, Оценка тормозных свойств автобусов семейства ПАЗ по результатам инструментального контроля / диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук –2002 г.
6. Кунаков, А.П. Разработка расчетно-экспериментального метода оценки тормозных свойств автотранспортных средств по результатам инструментальной диагностики / диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук –1

УДК 629.331.1

КОРЧАЖКИН Е.М.*, АБОЛДУЕВ А.А.*, АРХИПОВ А.Н., КОЛЕСОВ В.М.

ОЦЕНКА И РАСЧЕТ ТОРМОЗНЫХ СВОЙСТВ АВТОМОБИЛЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ СТЕНДОВЫХ ИСПЫТАНИЙ

*Муниципальное автономное образовательное учреждение № 186
«Авторская академическая школа»
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задачей работы было проведение стендовых испытаний тормозной системы автомобиля, с целью получения тормозных характеристик и определение значения тормозных сил по результатам испытаний и расчетным методом.

Стендовые испытания проводились в соответствии с ГОСТ 33997-2016. Рабочая тормозная система КТС должна обеспечивать выполнение нормативов эффективности торможения на стендах (табл. 1). Начальная скорость торможения при проверках в дорожных

условиях - 40 км/ч. Масса КТС при проверках не должна превышать технически допустимой максимальной массы.

Таблица 1. **Нормативы эффективности торможения КТС при проверках на роликовых стендах**

Категория КТС	**Усилие на органе управления $P_п$, Н, не более**	**Удельная тормозная сила $\gamma_т$, не менее для тормозной системы:**	
		рабочей	запасной
М1	490 или 980*	0,50	-
* Для осей КТС, в тормозном приводе которых установлен регулятор тормозных сил.			

Перед измерением тормозных характеристик производится замер весовых параметров автомобиля на стенде. Для проведения стендовых испытаний был использован прибор для проверки эффективности тормозных систем «Эффект», а также роликовый стенд в лаборатории кафедры «Автомобильный транспорт» НГТУ им. Р.Е. Алексеева (рис. 1). Перед проведением испытаний была произведена проверка подвески автомобиля. Транспортное средство разогнали до 40 км/ч, затем при помощи роликового стенда, который оказывал сопротивление торможению, были замерены значения тормозных сил, оказанных на транспортное средство, результаты которых сведены в табл. 2.

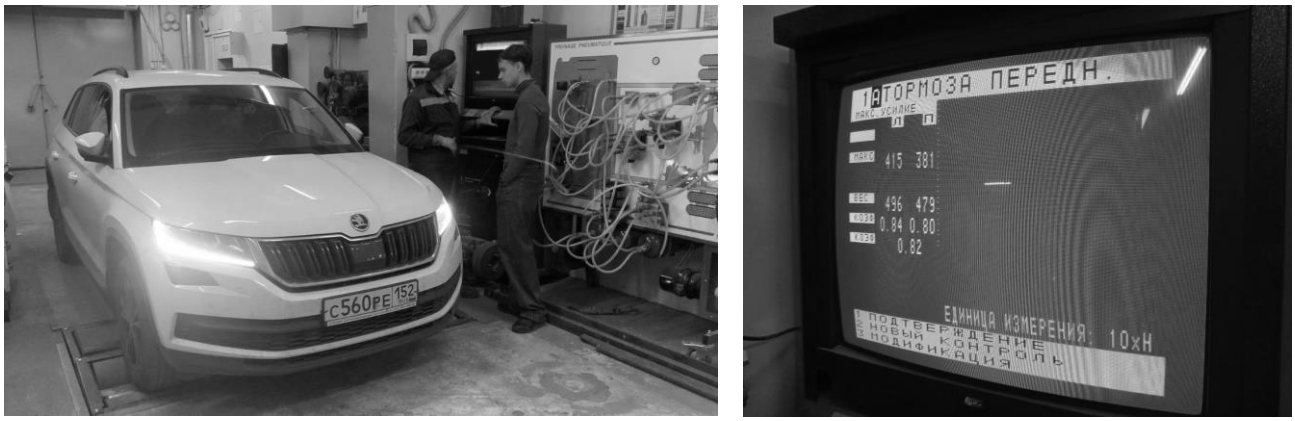


Рис.1. Испытания тормозной системы на роликовом стенде

Перед измерением тормозных характеристик производится замер весовых параметров автомобиля на стенде (табл.2).

Таблица 2

Весовые параметры исследуемого автомобиля, кг

№ испытания	Ось	Правое колесо	Левое колесо	Полная масса
1	Передняя	480	501	981
	Задняя	404	417	821
	Полный	884	918	1802
2	Передняя	479	496	975
	Задняя	409	416	825
	Полный	888	912	1800
Ср.значение	Передняя	479,5	498,5	978
	Задняя	406,5	416,5	823
	Полный	886	915	1801

Следующим этапом был произведен замер тормозных сил на каждом из колес автомобиля. При измерении стенд работал в режиме замера полноприводного автомобиля, согласно его характеристик. Результаты измерений тормозных сил сведены в таблицу (табл. 3).

Таблица 3

Значение тормозных сил при стендовых испытаниях

№ Испытания	Значение тормозной силы, кгс/Н				Усилие на педали тормоза, Н
	Переднее правое колесо $F_{ппк}$,кгс/Н	Переднее левое колесо $F_{плк}$,кгс/Н	Заднее правое колесо $F_{злк}$, кгс/Н	Заднее левое колесо $F_{злк}$,кгс/Н	
1	401/3933,81	308/3021,48	272/2668,32	277/2717,37	372
2	381/3737,61	415/4017,15	263/2680,03	261/2560,41	316
Среднее значение	391/3835,71	361,5/3526,315	267,5/2624,175	269/2638,89	344

По результатам стендовых испытаний тормозная сила на всех колесах автомобиля составила: $F^{ст}_{Т} = F_{ППК} + F_{ПЛК} + F_{ЗПК} + F_{ЗЛК}$ = 3835,71 + 3526,315 + 2624,175 + 2638,89 =12625,09 Н. При этом распределение тормозных сил по осям автомобиля составило: 58% на переднюю ось, 42% на заднюю ось.

Далее произведено определение значения тормозной силы на колесах автомобиля при стендовых испытаниях по требованиям ГОСТ 33997-2016. Нормативные требования к тормозным системам автомобилей в эксплуатации приведены в табл. 1. При проведении испытаний замерено распределение нагрузок по колесам автомобиля (табл. 5), что позволяет определить нормативные значения тормозных сил:

$F_{Т}^{ППК} = \gamma_{Т} \cdot G_{ППК}$ = 0,5*479,5*9,81 = 2351,9475 Н;

$F_{Т}^{ПЛК} = \gamma_{Т} \cdot G_{ПЛК}$ = 0,5*498,5*9,81 = 2445,1429 Н;

$F_{Т}^{ЗПК} = \gamma_{Т} \cdot G_{ЗПК}$ = 0,5*406,5*9,81 = 1998,8829 Н;

$F_{Т}^{ЗЛК} = \gamma_{Т} \cdot G_{ЗЛК}$ = 0,5*416,5*9,81 = 2042,9329 Н.

Нормативная суммарная тормозная сила на всех колесах по ГОСТ 33997-2016 составила:

$F_{Т}^{\Sigma} = F_{Т}^{ППК} + F_{Т}^{ПЛК} + F_{Т}^{ЗПК} + F_{Т}^{ЗЛК}$ = 2351,9475+2445,1429+1998,8829+ +2042,9329 = 8833,9 Н.

В результате проведенного исследования установлено, что значение максимальной тормозной сила на всех колесах автомобиля при стендовых испытаниях значительно превышает требуемое значение. При этом установлено, что распределение тормозных сил по осям автомобиля составило: 58% на переднюю ось, 42% на заднюю ось.

Библиографический список

1. Технический регламент таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».
2. ГОСТ 33997-2016 «Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки».
3. Амирсейилов, Ш.А. Оценка технического состояния тормозной системы с пневмогидравлическим приводом / диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук –2006 г.
4. Богатырев А.А. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИСПЫТАНИЙ ТОРМОЗНЫХ СИСТЕМ АВТОМОБИЛЕЙ // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 8-2. – С. 181-182; URL: https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=32066
5. Катаев, Н.Н, Оценка тормозных свойств автобусов семейства ПАЗ по результатам инструментального контроля / диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук –2002 г.

6. Кунаков, А.П. Разработка расчетно-экспериментального метода оценки тормозных свойств автотранспортных средств по результатам инструментальной диагностики / диссертация на соискание ученой степени кандидат технических наук –1999 г.
7. Ревин, А.А. Обоснование факторов, влияющих на эффективность торможения в процессе эксплуатации легковых автомобилей / А. А. Ревин, С.В. Тюрин, А.С. Гавриченко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2016. – № 9 (113). – С. 280-283. – URL: https://moluch.ru/archive/113/29274/.

УДК 623.44

КОРЯЕВ В.Э. , БЕРДНИКОВ Л.А., КУТАСОВ И.А.

ПЕРЕВОЗКА ВЫСОКОПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРСОН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобильный корте́ж - машинный строй из двух или большего числа транспортных средств, организованный для совместной показательной поездки участников мероприятия, либо для перевозки лиц, нуждающихся в государственной или частной охране

Государственным является кортеж, который финансируется государством и обслуживает лицо, охраняемое государством.

Частным является кортеж, который финансируется из частных средств нанявшего его клиента.

В мировой практике существует несколько видов автомобильных кортежей.

Скрытый - используется в условиях малой степени опасности и в тех случаях, когда кортеж по возможности должен оставаться незамеченным.

Неофициальный - используется подразделениями обеспечения безопасности в условиях умеренной или высокой степени опасности при транспортировке охраняемого лица с полным отказом от сохранения скрытности.

Официальный - используется подразделениями обеспечения безопасности в условиях высокой степени опасности при транспортировке охраняемого лица с полным отказом от сохранения скрытности.

Объединенные кортежи автомобилей, когда в одном кортеже автомобилей едут несколько высокопоставленных охраняемых лиц, необходима координация действий между разными подразделениями обеспечения безопасности. Подразделение с более высоким приоритетом определяется правилами протокола.

Крайне важно, чтобы подразделения личной охраны действовали по одному и тому же расписанию, и плану.

Полный официальный кортеж автомобилей, организуется по следующей схеме:

а).*Сигнальный автомобиль* специального подразделения полиции - «лоцман». (его цель- проверка трассы в аспекте обеспечения безопасности и условий движения).

б). *Лидирующий автомобиль полиции (ДПС)*. (регулирует уличное движение).

в). *Автомобиль для помощников* охраняемого лица.

г). *Лидирующий (штабной) автомобиль* службы безопасности.

(обеспечивает прикрытие основного автомобиля спереди и преграждает путь в случае необходимости).

д). *Основной автомобиль*. (предназначен для транспортировки охраняемого лица).

е). *Автомобиль прикрытия* службы безопасности (предназначен для бокового и заднего прикрытия основного автомобиля.).

ж). *Резервный автомобиль* (используется как резерв основного автомобиля).

з). *Служебный автомобиль* (используется для перевозки сопровождающих лиц, представителей СМИ).

и). *Автомобиль скорой помощи* (по необходимости).
к). *Замыкающий автомобиль полиции* (ДПС). (предназначен для организации регулирования уличного движения и замыкания конфигурации кортежа.
л). *Мотоциклетный эскорт*. (предназначены для организации регулирования движения на перекрестках впереди кортежа автомобилей и обеспечения прикрытия охраняемого лица за счет движения вблизи бортов основного автомобиля. Используется в составе кортежа при официальных визитах.)

Перевозка высокопоставленных персон - задача, которая требует комплексного подхода и особых знаний. Важными аспектами являются выбор транспортных средств, обеспечивающих необходимые условия безопасности и комфорта пассажиров, а также правильная организация маршрута и соблюдение норм и правил.

Библиографический список

1. Приказ Минтранса России от 30.04.2021 №145 «Об утверждении правил обеспечения безопасности перевозок автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом»
2. Постановление Правительства РФ от 2 июня 2023 г. № 908 "Об утверждении норм рабочего времени, времени отдыха, норм времени управления транспортным средством для физических лиц, Правил учета рабочего времени, времени отдыха, времени управления транспортным средством физическими лицами и о внесении изменений в Правила дорожного движения Российской Федерации"
3. Л.А. Бердников, Н.А. Кузьмин. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте.
4. Положение о рабочем времени и времени отдыха водителей: Приказ Минтранса России от 16.10.2020 № 424.
5. Серебренников, В. В. «Особенности перевозки высокопоставленных персон в России»/ В. В. Серебренников; Москва, 2013. - 214 с.

УДК 623.44

КОСЕНКОВ И.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПЕРЕВОЗКА НЕФТЕГАЗОВЫХ ТРУБ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Постоянный рост объемов строительства, возведение новых строительных объектов связаны с монтажом газовых, водопроводных и канализационных систем. А, следовательно, доставка труб всевозможных предназначений на строительные объекты является актуальной задачей.

В нефтедобывающей промышленности трубы доставляют автомобильным транспортом по следующим основным схемам: перевозка от центральных складов до скважин; перевозка от скважины к скважине с заездом или без заезда на труборемонтный завод; перевозка от скважины до районных складов с заездом или без заезда на труборемонтный завод.

Для сохранения цилиндрической формы и прямолинейности труб на кониках автомобилей–тягачей и прицепов–роспусков устанавливают опорные ложементы. Увеличение площади опоры трубы позволяет значительно уменьшить контактные напряжения в ней и избежать вмятин.

Перевозка труб как специфическая транспортная услуга имеет свои особенности: подобный груз отличается повышенной степенью подвижности, что может привести к смещению центра тяжести транспортного средства, а потому от перевозчика требуется знание и точное соблюдение правил погрузки.

Колонна машин, перевозящих трубы большого диаметра, должна передвигаться на установленной скорости и сопровождаться техникой для устранения последствий возможно-

го выпадения груза в пути. Перевозка труб диаметром свыше 2,5 метров, относится к негабаритным перевозкам. Это означает, что перевозка трубы большого диаметра осуществляется специализированным транспортом, оборудованным для перевозки негабарита. Кроме того, при такой перевозке требуется сопровождение груза машиной прикрытия ДПС и предварительное оформление разрешения на перевозку.

Качественная перевозка труб возможна лишь при условии, что будут соблюдены все требования, предъявляемые к ней.

Выбор оптимальных маршрутов транспортировок зависит от специфики груза, его размеров и назначения. Особую сложность представляет выбор маршрута для крупногабаритных или негабаритных грузов.

Выбор маршрута перевозки груза преследует главную цель – обеспечить безопасность транспортировки груза и надлежащие условия его перевозки.

Для доставки труб в процессе строительства или капитального ремонта магистрального трубопровода используют специальные автомобильные поезда – трубовозы. Трубовоз состоит из тягового автомобиля и роспуска, соединенных дышлом и канатами крестовой сцепки (рис.1). На раме тягового автомобиля, вместо кузова, укреплено специализированное навесное оборудование. Оно включает в себя сварной надрамник с предохранительным щитом в передней части, предохраняющим кабину водителя от повреждения трубами.



Рис.1. Трубовоз

При выполнении перевозок на каждом АТС должны быть документы строгой отчетности (имеющие серию и учетный номер). В общем случае такими документами считаются:
- путевой лист
- товарно-транспортная накладная (ТТН)

Об отдыхе и режиме рабочего времени можно ознакомиться в Приказе Министерства транспорта РФ от 16 октября 2020 г. № 424 “Об утверждении особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей”.

Для перевозки крупногабритных грузов необходимо выполнение множества условий. Важнейшим является соблюдение норм безопасности перевозок. Инфраструктура транспортных перевозок сильно расширилась, следовательно увеличились новые риски нарушения безопасности перевозок.

При перевозке труб большого диаметра необходимо решение целого спектра проблем, таких как: Получение разрешения на перевозку негабаритного груза; Поиск и подготовка соответствующего транспортного средства; Планировка маршрута с возможным сопровождением машины ГИБДД.

Библиографический список

1. *Грузовые автомобильные перевозки.* Автор: Горев А.Э. Издательство: М.: ИД Академия Год издания: 2008.
2. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте. Комплекс учебно-методических материалов Л.А.Бердников , М.Л. Бердникова 2009
3. Транспортировка труб и трубных секций СНиП III-42-80.
4. Положение о рабочем времени и времени отдыха водителей. Приказ Минтранса РФ от 16.10.2020№424.
5. Инструкция по организации перевозки крупногабаритных грузов по дорогам Российской Федерации. Приказ Минтранса РФ от 12 января 2018 года.

УДК 629.056.8

КРУЧИНИН А.Н., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ГЛОНАСС В АВТОХОЗЯЙСТВЕ ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ГЛОНАСС- глобальная навигационная спутниковая система, позволяющая контролировать предприятию маршрут следования, техническое состояние транспорта, соблюдение безопасности на дороге, а также соблюдение режима труда и отдыха водителей.

Рассмотрим применение системы ГЛОНАСС на примере предприятия ООО «АвтоТранс Нижний Новгород»- филиал Управление Технологическим Транспортом и Специальной Техникой (далее УТТиСТ).

Всего в УТТиСТ эксплуатируется 2200 транспортных средств, как на жидкомоторном (далее ЖМТ), таки на компримированном природном газе (далее КПГ), в 21 автомобильной колонне, расположенных в следующих регионах Нижегородская, Кировская, Ивановская, Владимирская, Пензенская областях, а также республиках Чувашия, Марий-ЭЛ, Мордовия.



Рис.1.

Система началась внедрятся в 2019 году. За это время прошло 3 стадии- монтаж, ПНР, опытно-промышленная эксплуатация, после чего с середины 2020года началась промышленная эксплуатация.

Основными целями, стоящими перед системой, при ее внедрении были:

- контроль за соблюдение правил дорожного движения со стороны водителей предприятия (скоростной режим),
- соблюдение водителями предприятия режима труда и отдыха,
- снижение затрат на топливо,
- снижение затрат предприятия на проведение ТОиТР транспорта.

Для внедрения системы потребовалось подобрать контрагента, способного в кратчайшие сроки установить на все автомобили систему, состоящую из предающего терминала с SIM-картой и датчика (датчиков) уровня топлива (далее ДУТ), в зависимости от количества баков и оборудования установленного в транспортном средстве, а также настроить программное обеспечение у диспетчеров в автомобильных колоннах предприятия.

При внедрении системы возникла потребность в создании группы мониторинга транспортных средств, основной задачей которой является мониторинг параметров работы транспортных средств, контроль списания топлива, контроль технического состояния оборудования ГЛОНАСС, тарировка ДУТов, формирования сводной отчетности.

Были приобретены 4 тарировочные станции, разработана методика проверки ДУТов.

По результатам работы системы ГЛОНАСС был проведен анализ работы группы автомобильной техники эксплуатирующейся в период с 2018 - 2022 года на жидком моторном топливе (Табл.-1, Табл.-2, График-1, График-2), по результатам которого можно сделать следующие выводы:

Таблица 1. **Пробег транспортных средств по годам**

Год	автобусы	грузовые	легковые	специальные	Общий итог
Пробег в 2018 год, км	1091624	1125256,855	630434	3029709	5877024
Пробег в 2019 год, км	1262445	1311139	662019	3268097	6503700
Пробег в 2020 год, км	1033282	1027661	496238	2476945	5034126
Пробег в 2021 год, км	1369050	1248720	528734	2905603	6052107
Пробег в 2022 год, км	1310332	1080291	409750	2564069,5	5364443

Таблица 2. **Расход топлива по годам**

Год	автобусы	грузовые	легковые	специальные	Общий итог
Расход ЖМТ 2018 год, л	373094,38	464539,3	112536,87	1453162,75	2 403 333,3
Расход ЖМТ 2019 год, л	411509,94	546232,87	112886,2	1408126,71	2 478 755,7
Расход ЖМТ 2020 год, л	340164,952	439000,44	79241,079	1076480,416	1 934 886,9
Расход ЖМТ 2021 год, л	457037,552	490462,851	82994,902	1149479,342	2 179 974,6
Расход ЖМТ 2022 год, л	408417,142	422603,421	67400,218	1092989,397	1 991 410,2

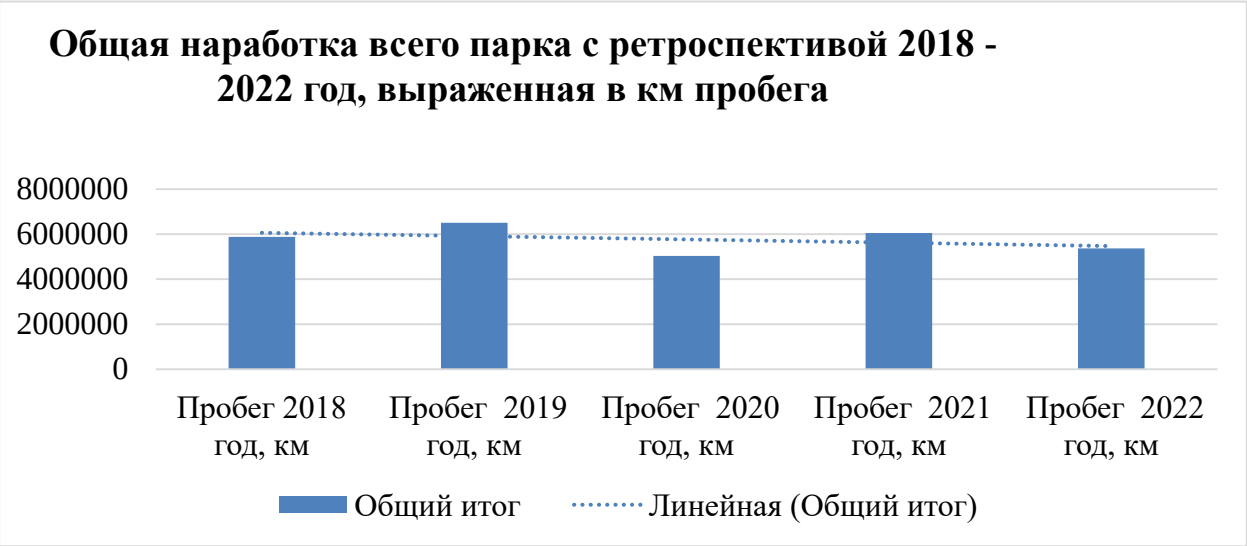


График-1

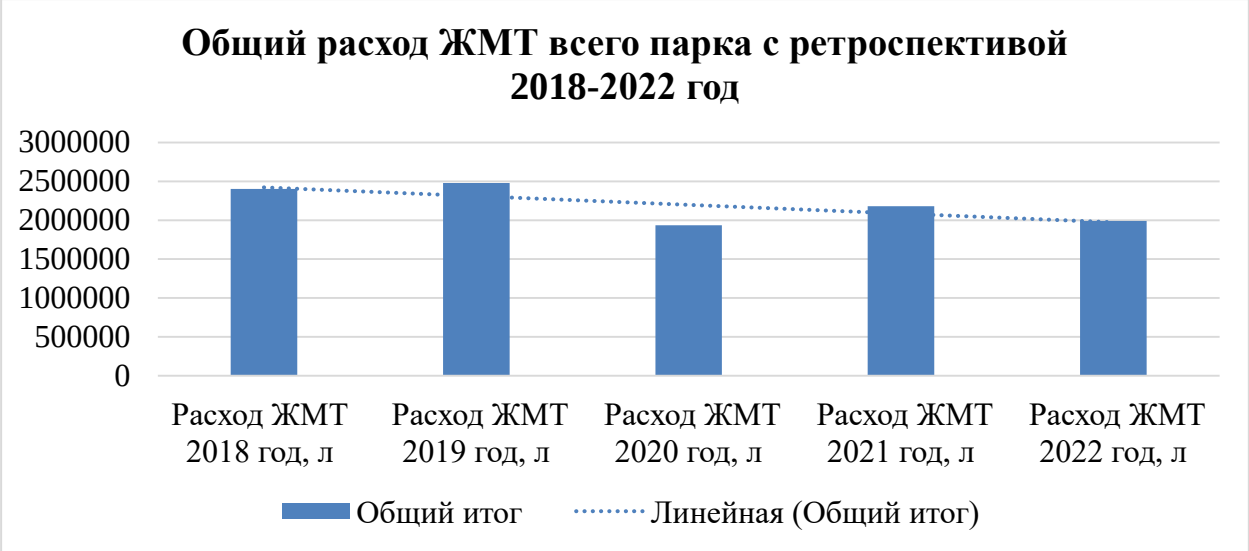


График-2

1. При отсутствии контроля работы техники посредством спутникового мониторинга ГЛОНАСС, присутствует динамика на увеличение пробегов ТС и объема расхода ЖМТ (2018-2019 гг.). В данный период времени автомобильный парк только оснащался оборудованием спутникового слежения;

2. В 2020 наблюдается резкое снижение показателей работы техники, ключевым фактором является введение карантинных ограничений;

3. В 2021-2022 наблюдается тренд на снижение параметров работы техники. В данный период введен в действие тотальный контроль за параметрами работы техники посредство спутникового мониторинга ГЛОНАСС (сравнительный анализ каждого путевого листа с данными из системы ГЛОНАСС, контроль слива топлива);

И как следствие снизились затраты на проведение ТОиТР транспорта (Табл.3).

***Таблица 3*. Расходы на проведение ТОиТР**

Сумма затрат	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год
млн. руб.	71,000	71,000	63,000	66,195	65,371

Кроме затрат на ЖМТ, проведение ТОиТР техники, пробегов система позволила снизить количество нарушений правил дорожного движения.

Система мониторинга была установлена на рабочие места инженеров по безопасности дорожного движения, что позволило в режиме онлайн наблюдать за скоростным режимом водителей и режимом труда и отдыха водителей. Результат работы представлен на Графике- 3



График-3

В дальнейшем предстоит установка датчиков расхода газа на транспортные средства, работающие на газомоторном топливе.

Библиографический список

1. https://ru.wikipedia.org – ГЛОНАСС.
2. Нормы расхода топлива для специальной техники (Распоряжение Минтранса России от 14.03.2008 N АМ-23-р (ред. от 20.09.2018) «О введении в действие методических рекомендаций "Нормы расхода топлив и смазочных материалов на автомобильном транспорте»).

УДК: 628.472

КУЗНЕЦОВ А.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ В НОЧНОЕ И ДНЕВНОЕ ВРЕМЯ СУТОК

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Вывоз мусора является важным аспектом управления отходами в городах и населенных пунктах. Однако, чтобы обеспечить комфортную и безопасную среду, в которой жители могут жить и работать, необходимо принимать во внимание не только качество и своевременность вывоза мусора, но и его график.

В данной статье мы рассмотрим правила и графики вывоза мусора в ночное и дневное время суток.

Дневной вывоз мусора имеет свои преимущества. Например, он позволяет быстро убрать мусор с улиц и предотвратить его скопление. Но несмотря на это, днем на улицах больше людей и машин, что создает дополнительную нагрузку на спецтехнику.

Еще одним преимуществом дневного вывоза мусора является то, что он позволяет контролировать процесс уборки мусора. Ведь днем можно увидеть, где мусор уже убран, а где еще нет. Это помогает оперативно реагировать на возникающие проблемы и устранять их.

Кроме того, дневной вывоз мусора более удобен для жителей города. Ведь они могут видеть, как проходит уборка мусора, и при необходимости обратиться к работникам с вопросами или предложениями.

Ночной вывоз мусора имеет свои особенности, которые делают его более удобным и эффективным.

Во-первых, ночной вывоз мусора обычно осуществляется более крупными и мощными транспортными средствами, что позволяет им быстрее и легче загружать мусор. Это снижает уровень шума и загрязнения воздуха, которые могут быть вызваны дневным вывозом мусора.

Во-вторых, ночной вывоз мусора позволяет избежать пробок и затруднений на дорогах, которые могут возникнуть в дневное время. Это делает процесс более эффективным и позволяет мусоровозам быстрее выполнять свою работу.

В-третьих, ночной вывоз мусора может быть более удобным для жителей, так как он не нарушает их дневной ритм и позволяет избежать неприятных запахов и шума.

График вывоза мусора может предусматривать определенные дни и время, когда происходит сбор и вывоз отходов. Ночное время выбирается с учетом минимального движения на улицах и меньшего воздействия на жизнь горожан. Например, мусор может вывозиться в период с 22:00 до 6:00 утра.

Тем не менее, некоторые люди могут испытывать неудобства из-за ночного вывоза мусора, например, если они работают в ночную смену или имеют другие причины для нарушения их ночного сна. В таких случаях может быть полезно обсудить с местными властями возможность изменения графика вывоза мусора или использования более тихих транспортных средств.

Правила и графики вывоза мусора зависят от многих факторов, таких как плотность населения, тип мусора и климатические условия. В нашей стране мусор вывозится ежедневно, в то время как в других - раз в несколько дней или недель.

Графики вывоза мусора могут быть разными в зависимости от времени суток. В некоторых городах мусор вывозится только днем, в то время как в других - только ночью. Ночной вывоз мусора может быть более эффективным, так как дороги менее загружены и меньше шума. Однако некоторые люди могут испытывать дискомфорт из-за шума и запаха.

Правила и графики вывоза мусора также могут отличаться в зависимости от типа мусора. Например, пищевые отходы должны быть вывезены в течение 24 часов, а строительный мусор - в течение 72 часов.

В целом, правила и графики вывоза мусора должны быть адаптированы к конкретным условиям и потребностям населения.

Выводы: Организация вывоза мусора в ночное время суток является важной задачей, которая способствует поддержанию чистоты и порядка в городах и регионах. Следуя правилам и графикам вывоза мусора [1], а также используя различные виды контейнеров, можно эффективно и безопасно управлять отходами.

Вывоз мусора в ночное время суток имеет ряд преимуществ, таких как сокращение пробок и транспортных заторов, снижение негативного воздействия на жизнь горожан и улучшение общего вида города. Операции по вывозу мусора в ночное время суток обеспечивают эффективное управление отходами [1, 2], минимизируя неудобства для жителей и предприятий.

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 06.05.2011 N 354 (ред. от 29.07.2023) "О предоставлении коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов" (вместе с "Правилами предоставления коммунальных услуг собственникам и пользователям помещений в многоквартирных домах и жилых домов") (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)
2. Постановление Правительства РФ от 12 ноября 2016 г. № 1156 “Об обращении с твердыми коммунальными отходами и внесении изменения в постановление Правительства Российской Федерации от 25 августа 2008 г. № 641”

УДК 621.431.73

КУРОЧКИН А.С., БЕРДНИКОВ Л.А., КУСТИКОВ А.Д.

КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ЗАМЕНЕ ТРАНСМИССИОННОГО МАСЛА НА ВАРИАТОРАХ JATCO JF011E

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные автомобили комплектуются различными типами трансмиссий, узлов, передающих крутящий момент, создаваемый двигателем, на колеса. Механика, автоматы, роботизированные коробки – вариантов множество. В последнее время, однако, популярность набирает CVT, встречающийся как на седанах, так и на кроссоверах, даже некоторых внедорожниках.

Модификация вариатора CVT RE0F10A была предназначена для переднеприводных и полноприводных автомобилей марки Nissan с объемом от 1,6 до 2,5 литров. По мнению многих специалистов, данная трансмиссия является одной из лучших разработок вариаторов в мире. Фактически модификации трансмиссии CVT JF011 представляет собой вариатор второго поколения, в котором управление осуществлялось при помощи полностью автоматической системы. Этот вариатор использует гидротрансформатор с целью обеспечения оптимальной движущей силы, которая реагирует на открытие дроссельной заслонки, обеспечивая плавное непрерывное изменение передаточного отношения, устраняющее ощущение переключения. В большинстве версиях предусмотрена функция ручного переключения как для плавного вождения без ударов при переключении, так и для приятного вождения с ручным выбором передаточного числа.

АКПП CVT JF011E зарекомендовала себя с наилучшей стороны. Это надежная коробка, которая отличается долговечностью работы и неприхотливостью в обслуживании. Также необходимо отметить ее доступную стоимость. Одной из особенностей данной автоматической коробки передач является использование сразу двух фильтров. Тем самым обеспечивается максимальное качество системы смазки, в свою очередь это позволяет продлить срок службы трансмиссии.

Цель работы – разработка эксплуатационных и ремонтно-технологических мероприятий и определение оптимальной периодичности по замене трансмиссионного масла на вариаторах Jatco JF011E.

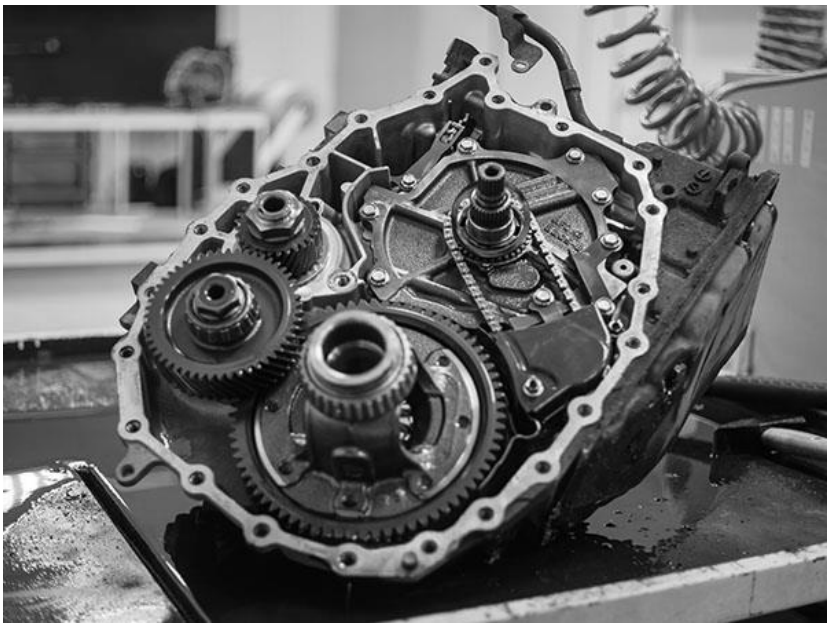


Рис.1. Устройство вариатора JF011E

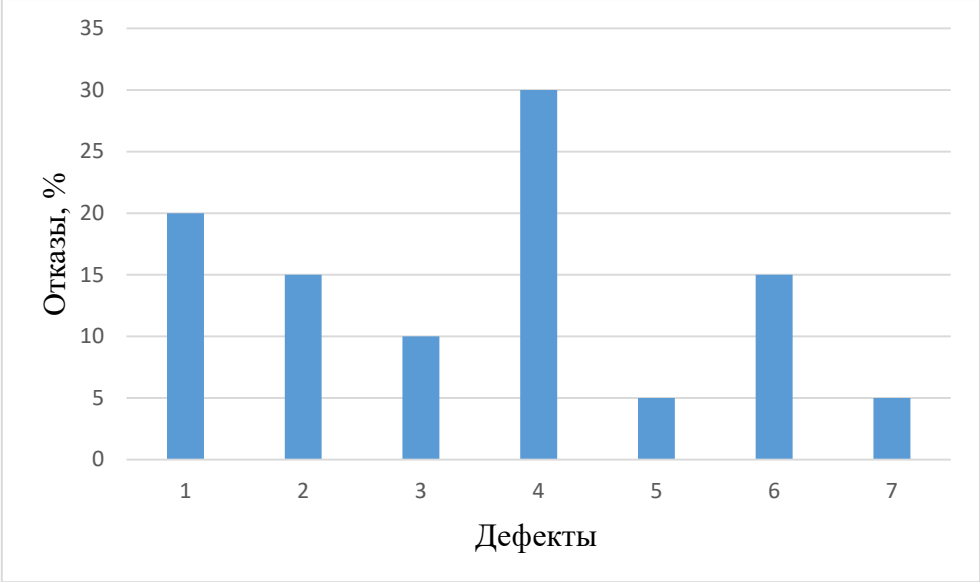


Рис. 2. Гистограмма отказов работы АКПП CVT RE0F10A: 1 – растяжение ремня; 2 – отказ редукционного клапана; 3 – износ фрикционных дисков; 4 – износ подшипников; 5 – износ ведущего и ведомого конусов; 6 – отказ степ-мотора; 7 – гидроблок

Наиболее массовым дефектом этого вариатора является износ подшипников ведущего и ведомого валов, что выражается в сильном гуле от трансмиссии при движении машины. Причиной дефекта являются перегрузки и критический износ ремня, заставляющий соленоиды подавать максимальное усилие на прижатие ремня к конусам. Мелкая металлическая взвесь от износа фрикционов ускоряет износ роликов и обойм.

На втором месте идет растяжение ремня. Нередко он вытягивается еще до 100 тысяч км пробега. За последние годы долговечность ремней значительно увеличилась, но производитель вариаторов рекомендует менять ремень после 150 ткм, если машина постоянно (и агрессивно) эксплуатируется зимой. Маркером критического износа ремня являются насечки на рабочей поверхности, когда они съедены на 60-90%.

Рекомендация эта связана с тем, что при растяжении стягивающих лент как только датчиками отмечается проскальзывание ремня по конусам, компьютер через соленоиды увеличивает давление на конуса. И так - до максимума, что кратно увеличивает разрывающую нагрузку на ленты ремня. При максимальном давлении ленты не только растягиваются, что приводит к зазорам между сегментами и их наклоне к нормали конусов, но и возникает усталость металла ленты. Максимальное давление еще более опасно для подшипников.

Фрагменты представленных дефектов представлены на рис. 3-6.

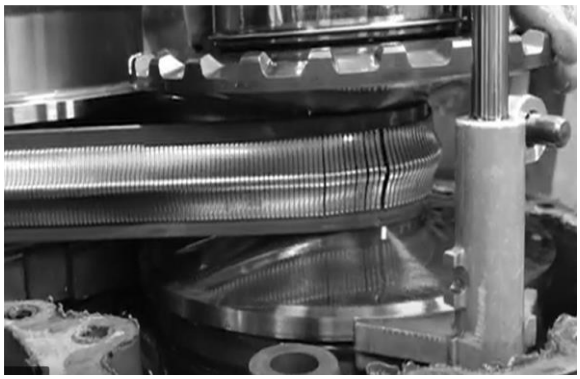


Рис. 3. Растяжение ремня



Рис.4 . Износ конусов

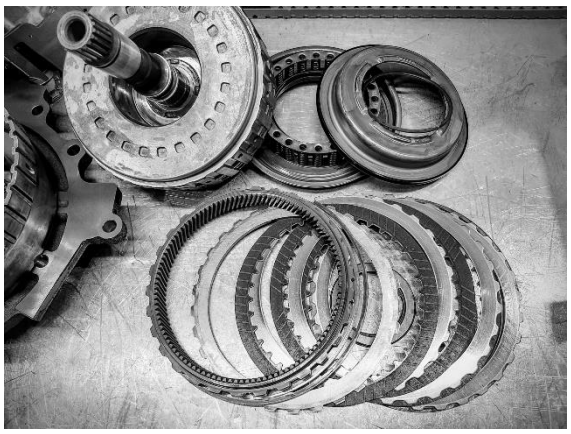


Рис. 5. Износ фрикционных дисков



Рис.6. Износ подшипников

Трансмиссионные масла представляют собой базовые масла, легированные различными функциональными присадками. В качестве базовых компонентов используют минеральные, частично или полностью синтетические масла. В агрегатах трансмиссий смазочное масло является неотъемлемым элементом конструкции. Способность масла выполнять и длительно сохранять функции конструкционного материала определяется его эксплуатационными свойствами. Общие требования к трансмиссионным маслам определяются конструкционными особенностями, назначением и условиями эксплуатации агрегата трансмиссии. Трансмиссионные масла работают в режимах высоких скоростей скольжения, давлений и широком диапазоне температур. Их пусковые свойства и длительная работоспособность должны обеспечиваться в интервале температур от -60 до +150 °С. Поэтому к трансмиссионным маслам предъявляют довольно жесткие требования.

Основные функции трансмиссионных масел:

- предохранение поверхностей трения от износа, заедания, питтинга и других повреждений;
- отвод тепла от поверхностей трения;
- снижение шума и вибрации зубчатых колес, уменьшение ударных нагрузок;
- масла не должны быть токсичными.

Класс вязкости	**Кинематическая вязкость при 100 °С, мм2/с**	**Температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с, °С, не выше**
9	6,00-10,99	-35
12	11,00-13,99	-26
18	14,00-24,99	-18
34	25,00-41,00	-

В соответствии с классом вязкости ограничены допустимые пределы кинематической вязкости при 100 °С и отрицательная температура, при которой динамическая вязкость не превышает 150 Па·с. Эта вязкость считается предельной, так как при ней еще обеспечивается надежная работа агрегатов трансмиссий.

Все тепло, выделяемое при работе АКПП, должно передаваться через стенки окружающему воздуху. Следовательно, если работа КПП происходит без перегрева, то существует граница температуры окружающей среды и трансмиссионного масла:

$$\Delta t = t_{\text{м}} - t_{\text{в}} \leq [\Delta t]$$

где $t_{\text{м}}$ – температура масла в АКПП, °С;

$t_{\text{в}}$ – температура окружающего воздуха, °С;

$[\Delta t]$ – допускаемый перепад температур между АКПП и окружающей средой.

Произведем вычисление реальной температуры трансмиссионной жидкости в вариа-

торе (температура воздуха 20° С в дневные часы):

$$t_{\text{м}} = t_{\text{в}} + \frac{P \cdot (1 - \eta)}{K_T \cdot S \cdot (1 + \Psi)}$$

где $t_{\text{В}}$ – температура окружающего воздуха, °С;

η – коэффициент полезного действия КПП (0,97 для конической передачи);

P – мощность на хвостовике, кВт;

Kт =9…17 Вт/(м^2×°С) – коэффициент теплопередачи (9 для плохого охлаждения);

S – площадь теплоотдающей поверхности корпуса коробки передач, м^2;

Ψ = 0,25...0,3 - коэффициент, учитывающий отвод теплоты от корпуса КПП в металлическую плиту.

Произведя вычисления по формуле, получим температуру трансмиссионной жидкости 92° С. В свою очередь, разница температур в коробке передач с окружающей средой составит 90° С.

Полученные результаты показывают, что необходима корректировка периодичности ТО для улучшения работы КПП в нормальных температурных режимах.

Чтобы определить наилучшую частоту замены масла в коробке передач, воспользуемся методом допустимого уровня безотказности.

В эксперименте участвовали автомобили марки Nissan. Начиная с пробега 48000 км через каждые 500 км брали пробы трансмиссионного масла. Далее был проведен анализ проб масел, в ходе которого записывали значения пробега, на которых достигается предельное значение массовой доли примесей.

Наработки, при которых значение механических примесей в трансмиссионном масле в АКПП принимало критическое значение, км

52263	49759	53685	56230	55467
49876	52489	57231	48678	54210

Применив метод определения оптимальной периодичности по допустимому уровню безотказности, выберем значение риска отказа системы $F_{\text{Д}}$=0,1 (элемент отвечает за безопасность дорожного движения). По таблице нормального распределения видно, что при F(Z)=0,1 значение Z окажется равным -1,3. Оптимальную периодичность ТО (в частности, замены масла трансмиссии) можно вычислить по следующей формуле:

$$F_{\text{Д}} = \int_0^{l_0} f(l)dl = F\frac{(l_0 - \bar{l})}{\sigma}$$

где l_0– оптимальная периодичность операции ТО, км;

$\bar{l}$– выборочная средняя протяженность пути, км;

σ– среднеквадратическое отклонение, км:

$$l_0 = Z \cdot \sigma + \bar{l} = -1{,}3 \cdot 2628 + 52955 = 49539 \text{ км}$$

В итоге получено значение оптимальной периодичности замены масла 49539 км для городских условий. Именно оно является оптимальным регламентом проведения замены при городской эксплуатации. В реальности смещают к ближайшему рекомендованному ТО.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Научные основы процессов изменения технического состояния автомобилей: монография / Н.А. Кузьмин, Г.В. Борисов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева – Н.Новгород, 2012. – 270 с.
2. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229 с.

УДК 621.431.73

КУРОЧКИН А.С., БЕРДНИКОВ Л.А.

ОБСЛУЖИВАНИЕ ДВУХСТОЕЧНЫХ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ ПОДЪЕМНИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Станции технического обслуживания автомобилей представляют собой многофункциональные предприятия, которые выполняют широкий спектр работ и услуг по обслуживанию и ремонту автомобилей.

Современную станцию технического обслуживания автомобилей или даже маленький автосервис трудно представить без автомобильного подъемника. Наиболее распространены электромеханические двучстоечные подъемники грузоподъемностью до 3,5 т, что позволяет выполнять операции по техническому обслуживанию и ремонту наиболее распространенных марок легковых автомобилей.

Цель работы – разработка эксплуатационных и ремонто-технологических мероприятий по поддержанию работоспособности подъемника.



Рис. 1. Двухстоечный электромеханический подъемник

В процессе эксплуатации электромеханические подъемники требуют к себе большого внимания.

Оборудование работает от 1 или 2 электромоторов. А подъем транспорта производится с помощью механической системы винта и гайки.

Возможные неисправности и их устранение

Неисправность	
Причина	**Что предпринять**
Шум от системы ходовой винт/гайка	
Неправильная мазка	Смазать ходовую гайку соответствующей смазкой.
Подъемник останавливается при подъеме/спуске. Светодиоды не загораются.	
Перегорел предохранитель	Проверить, при необходимости заменить его.
Подъемник останавливается во время подъема. Горит зеленый светодиод.	
Достигнута предустановленная высота подъ-	Увеличить высоту подъема.

ема	
Подъемник не поднимается от нижней позиции. Горит красный светодиод.	
Повреждена опорная гайка.	Необходимо заменить опорную гайку.
Подъемник остановился при подъеме. Горит желтый светодиод.	
Подъемник перегружен	Проверить нагрузку, уменьшить ее.
Повреждена цепь привода	Вручную опустите подъемник. Заменить цепь.
Подъемник остановился на подъеме/спуске. Разница в уровнях кареток.	
Разница в уровнях кареток слишком большая	Вручную опустите подъемник. Провести регулировку.
Судорожная работа подъемника	
Недостаточная смазка одной из опорных гаек	Опустите подъемник и проверьте смазку опорной гайки. Смазать.
Потеря питания./Дефектный мотор	Проверьте мотор. Заменить при необходимости.

Опасным сечениями конструкции будут являться начало лапы подъемника и стойки по всей длине. Так как лапы имеет меньшие размеры по сравнению со стойкой, прочностной расчет будем проводить для лапы.

Для лап примем коробчатый профиль изготовленный материала сталь Ст – 35Х с $\sigma_т = 750$ МПа. Длина подхвата $h_в$ может изменятся:

– Предел подхвата коротких опорных рычагов: 545 – 920 мм;

Расчет проведем для подхвата максимальной длены опорных рычагов.

Определим изгибающий момент M_x:

$$M_x = Q \cdot L$$

$$M_x = 8684{,}67 \cdot 0{,}92 = 7989{,}9 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Построим эпюры внутренних силовых факторов:

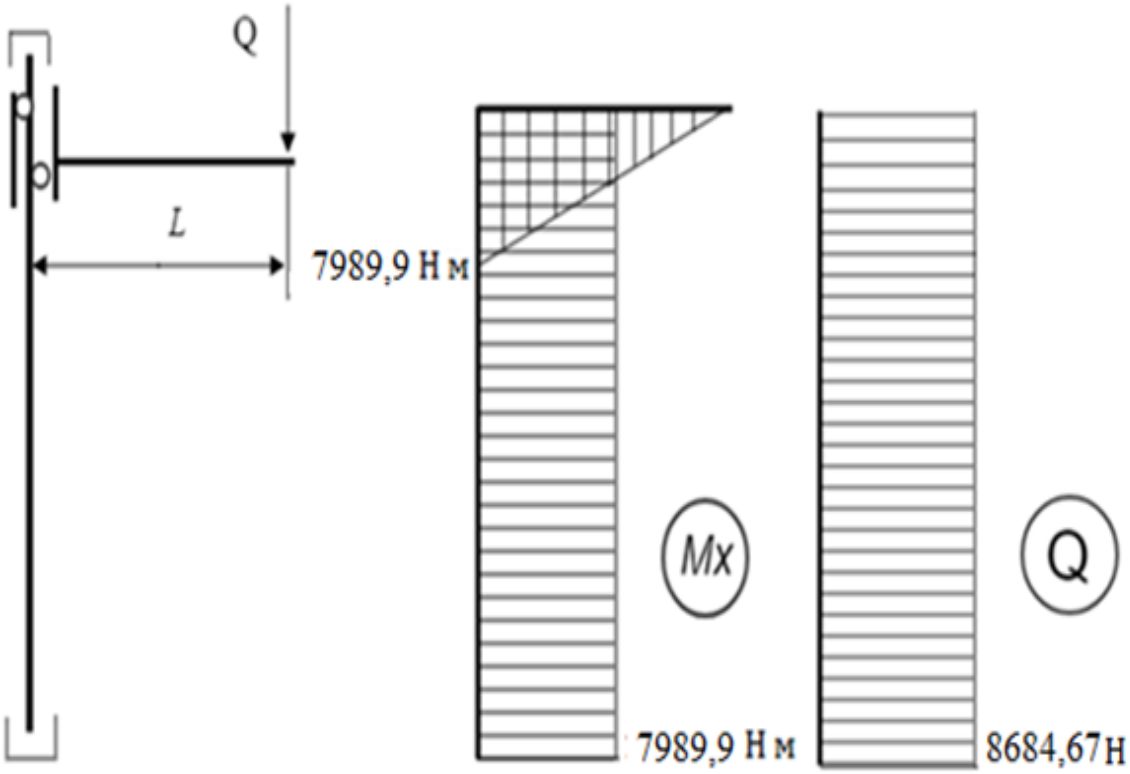


Рис. 2. Эпюра внутренних силовых факторов

Запишем условие прочности при изгибе:

$$\sigma_{max} = \frac{M_x}{W_z} \leq [\sigma]$$

где $M_x -$ изгибающий момент;
$W_z -$ осевой момент сопротивления;
$[\sigma] -$ допускаемое нормальное напряжение.
Определим допускаемое нормальное напряжение:

$$[\sigma] = \frac{\sigma_т}{[n]}$$

где $\sigma_т -$ предел текучести Ст 35Х;
$[n] -$ коэффициент запаса прочности.

$$[\sigma] = \frac{750}{2{,}5} = 300 \text{ МПа}$$

Определим осевого момент сопротивления поперечного сечения:

$$W_z = \frac{M_x}{[\sigma]}$$

$$W_z = \frac{7989{,}9}{300} = 26{,}6 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3 = 26{,}6 \text{ см}^3$$

По условиям прочности выбираем из ГОСТ 8639-82 «Трубы стальные квадратные»

	1-й контур:	2-й контур:
Наружный размер:	$A = 100$ мм.	$A = 120$ мм.
Толщина стенки:	$S = 9$ мм.	$S = 9$ мм.
Момент сопротивления:	$W_z = 84{,}82$ см^3.	$W_z = 129{,}8$ см^3.

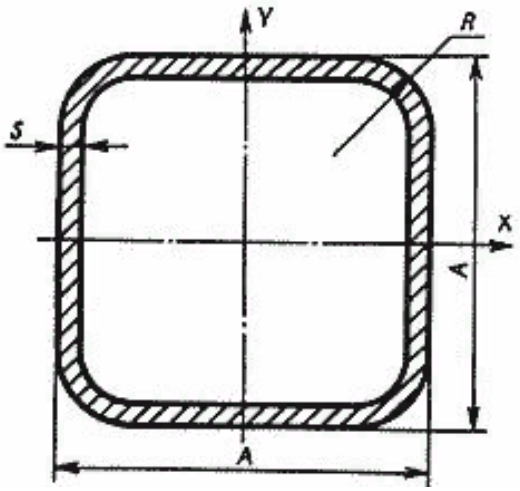


Рис. 3. Вид профиля квадратной трубы из ГОСТ 8639-82.

Для нормальной и долгой работы подъемника необходимо соблюдать своевременное и правильное его обслуживание.

Для безопасности эксплуатации при износе рабочей гайки, страховочная – удерживает каретку с грузом от падения и позволяет опустить автомобиль.

При ежедневном обслуживании:

- Визуально следить за состояние замков безопасности во время работ.
- Проверяется свободное движение замков и полное их вхождение в пазы стоек.
- Проверка герметичности гидравлических соединений и шлангов.

- Проверка состояния цепи и свободного ее движения
- Проверка затяжки резьбовых соединений.
- Проверка выключателей.
- Проверка на отсутствие трещин в фундаменте.
- Проверка блокировок балок подхвата.

При ежегодном обслуживании:

- Смазка цепей.
- Очистка и смазка всех трущихся поверхностей и пар трения.
- Проверка состояния электропроводки и соединений.
- Проверка стопорных колец во всех роликах и шкивах.

Библиографический список

1. Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: Методические указания для выполнению курсового проекта по дисциплине «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования» Часть 1 «Подъемники», для студентов, обучающихся по направлению 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов и специальности 23.05.01 – Наземные транспортнотехнологические средства / ФГБОУ ВО «Ивановский государственный политехнический университет»; Сост. А.В. Маркелов, Ю.П. Осадчий. – Иваново, 2013. – 44 с.
2. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3-х т.: Т.2. – 8-е изд., перераб. и доп. Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 912 с.:ил.
3. Ильянов С.В., Корчажкин М.Г. Типаж и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта: учебное пособие/С.В. Ильянов, М.Г. Корчажкин; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2020. – 250 с.
4. ГОСТ 8639-82 Трубы стальные квадратные. Разраб.: В.П. Сокуренко, канд, техн. наук (руководитель темы); А.Б. Петрушевская

УДК 519.852.33

КУРОЧКИНА И.А.

ТРАНСПОРТНАЯ ДОСТУПНОСТЬ В РЕГИОНАХ РФ

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

Транспортная доступность является одним из основных критериев, влияющих на экономическое и социальное развитие региона, эффективность хозяйственных связей и транспортной мобильности населения.

Большая отдаленность крупных магистральных узлов обуславливает слабую транспортную инфраструктуру регионов. Строительство инфраструктуры в отдаленных от центрального федерального округа имеет большую стоимость, и нужды возрастают над возможностями финансовых ресурсов регионов, в чем и заключается основная проблема.

Хотя такая тяжелая транспортная доступность неравномерно распределена по карте России, в каждом федеральном округе на локальном уровне также можно встретить данную проблему. Так, сельские дороги зачастую находятся без твердого покрытия, и каждый год в период весны и осени грунтовые дороги превращаются в плохо проходимые места, в связи с погодными условиями. Это сильно уменьшает транспортную мобильность жителей небольших населенных пунктов и снижает качество их жизни.

Согласно статистике Министерства транспорта РФ в России из общего числа сельских населенных пунктов, которых в России 148,8 тысяч, около 70% имеют связь по дорогам с твердым покрытием с сетью дорог общего пользования. Это значит, что 30% населения лишены доступа к качественным дорогам. При этом около 1,8 тысячи сел считаются удаленными от основных транспортных коммуникаций - их транспортный разрыв до ближайшей автомобильной дороги общего пользования составляет расстояние от 15 километров[3].

Чтобы решить проблему транспортной доступности удаленных регионов, можно повысить долю дорог с твердым покрытием в регионе за счет укладки на сельских дорогах с низкой интенсивностью движения, до 400 машин в сутки, твердого покрытия IV-V класса - гравийного и гравийного с бетонной связкой, а также асфальтобетон более низкого класса [2].

Еще одним из альтернативных вариантов укладки дорог является дорога со стабилизированным грунтом. Это недорогая технология, которая позволяет стабилизировать грунт таким образом, чтобы там мог проходить грузовой автомобиль или 40-тонная фура без каких-либо проблем. Такой способ получения твердого покрытия не требует использования дорогой техники или квалифицированной рабочей силы большого количества людей.

Помимо этого, поскольку во многих регионах распространены лишь мелкозернистые одномерные грунты. В этих условиях значительный эффект дает применение оснований из цементогрунта. Стоимость дорожной одежды при этом снижается в 2−3 раза. Основной задачей в этом направлении является поиск и применение различных добавок, позволяющих снизить расход цемента и улучшить свойства цементогрунта, ведь для таких конструкций расход цемента составляет 8–12% от веса грунта [5].

При осуществлении мер по улучшению качества дорог, ожидается рост привлекательности жизни в сельской местности, ведь повысится доступность общественно значимых объектов, что позволяет организовать комфортный быт гражданам. Благодаря этой доступности экономическое развитие сел способно отразится и на всем регионе.

На рисунке представлена сеть автодорог в Российской Федерации. По нему наглядно можно посмотреть в каком состоянии находится транспортная доступность регионов.



Рис.1. Сеть автодорог в РФ

Библиографический список

1. П.А. Лавриненко, А.А. Ромашина, П.С. Степанов, П.А. Чистяков «Транспортная доступность как индикатор развития региона», 2019 г.
2. Янков К.В. «Проблема транспортной доступности населенных пунктов в федеральных документах стратегического планирования», 2021 г.

3. Арустамов Э.А. «Проблемы транспортной обеспеченности и качества транспортного обслуживания городских населенных пунктов России различной людности», 2020
4. Полухина М.Г. «Экономическая оценка развития дорожно-транспортной инфраструктуры сельской местности», 2020г.
5. Тумашик И.И. «Повышение прочности и снижение стоимости дорожных одежд лесных дорог из местных грунтов», 2019г.

УДК _625.096_

ЛАЩУК К.В., ЗДОБНИКОВА П.А.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ НА ПЕРЕСЕЧЕНИИ УЛИЦ ЗЕРНОВА И АРЗАМАССКАЯ (Г. САРОВ) И ПРЕДЛОЖЕНИЕ МЕР ПО ПОВЫШЕНИЮ БЕЗОПАСНОСТИ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время автомобильный транспорт стал неотъемлемой частью жизни. С каждым годом количество автомобилей на душу населения становится все больше, а автомобильные дороги все безопаснее. Однако дорожно-транспортные происшествия по-прежнему происходят.

Согласно официальному интернет-порталу госавтоинспекции [1] в Нижегородской области за 2022 год в Нижегородской области было зарегистрировано 4367 ДТП, число погибших составило 317 человек, а количество раненых – 5615 человек. Данные цифры следует признать недопустимо высокими. Каждому третьему ДТП сопутствовали неудовлетворительные дорожные условия (НДУ) из-за недостатков зимнего содержания дорог, отсутствия или неправильного применения знаков, недостаточного или полностью отсутствующего освещения. ДТП с НДУ – это недоработки каждого специалиста, ответственного за обеспечение безопасности дорожного движения на конкретном участке дороги и улицы.

Саров – город в Нижегородской области, закрытое административно-территориальное образование (ЗАТО) с населением 93 721 человек (1 января 2023 г.). Количество транспортных средств на тысячу человек составляет 459 ед. В период с января по октябрь 2023 г. на территории Сарова произошло 53 ДТП [1], 29% из которых произошли на пересечении улиц Зернова и Арзамасская.

В округе существует малая застройка жилого типа, поэтому объем пешеходных потоков значительно мал. Через данный перекресток проходит практически вся сеть общественного транспорта города. Присутствует постоянный поток автомобильного транспорта, так как в трех километрах находится выезд из города (КПП). Обе улицы имеют 4 полосы движения в обоих направлениях, и только на ул. Зернова перед пересечением количество полос увеличивается до 5 (в сторону СШ «Икар»). Ширина проезжей части варьируется от 6 до 10,5 метров, а состояние дорожного полотна оценивается, как хорошее. Присутствует двухфазное светофорное регулирование, и отдельная фаза для пешеходных потоков отсутствует. Статистика ДТП на данном пересечении приведена в табл. 1.

Таблица 1. Распределение ДТП с погибшими и ранеными

Категория ДТП	2021 г. (январь-декабрь)	2022 г. (январь-декабрь)	2023 г. (январь-октябрь)
Без пострадавших	14	12	16
Наезд на пешехода	0	1	0
Число раненых	12	7	3
Число погибших	1	0	0

За трехлетний период произошло 42 случая ДТП, некоторые из которых с ранеными и погибшими. В основном ДТП на данном перекрестке происходят в зимний период из-за смещения дорожного полотна от прямой оси и ограниченной видимости при левых (рис. 1).



Рис. 1. Пересечение ул. Зернова и ул. Арзамасская

Таким образом, водители, которые игнорируют мигающий зеленый свет и пытаются успеть проехать пересечение или начинают свое движение на желтый свет зачастую не имеют возможности предотвратить ДТП из-за неудовлетворительных погодных условий.

Рассмотрим несколько вариантов повышения безопасности дорожного движения, которые можно внедрить на данном пересечении.

1. Ограничение скоростного режима. Соблюдения водителями скоростного режима можно достичь несколькими способами, но в данной ситуации будет уместно поставить на расстоянии 15 метров от стоп-линий искусственные неровности (ИН) [2].
2. Нанесение направляющей разметки 1.7 на основные направления движения.
3. Применение трехфазного светофорного цикла (рис. 2) или такого же четырехфазного с выводом пешеходного потока в отдельный интервал [3]. Таким образом, повысится пропускная способность главной улицы, и снизится вероятность наезда автомобильного транспорта на пешеходов. Так же исключается опасность столкновений на ул. Зернова при левых поворотах.

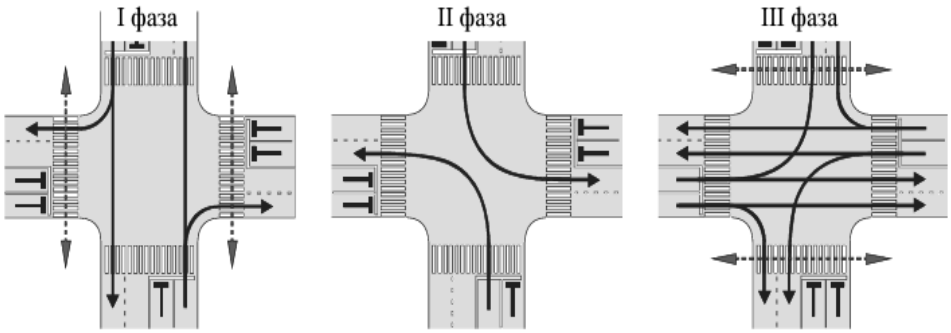


Рис. 2.Пример трехфазного светофорного цикла

Библиографический список

1. Официальный портал госавтоинспекции – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

http://stat.gibdd.ru/
2. ГОСТ Р 52605-2006 «Технические средства организации дорожного движения. Искусственные неровности. Общие технические требования. Правила применения»
3. ОДМ 218.6.003-2011 «Методические рекомендации по проектированию светофорных объектов на автомобильных дорогах», РОСАВТОДОР, Москва, 2013 г.

УДК 005.932.656.135

ЛИДЯЕВ А. Р., БЕРДНИКОВ Л. А.

ОСОБЕННОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ТЕРМОЛАБИЛЬНЫХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ПРЕПАРАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Нормативные документы, регламентирующие условия обращения именно с термолабильными препаратами, это в принципе все те нормативные документы, регламентирующие условия хранения лекарственных препаратов.

В фармакопейной статье нет понятия "термолабильные препараты", есть понятие "термочувствительные", т.е. препараты, которые могут изменять свои свойства под воздействием определенных температур. Есть фармакопейная статья, которая посвящена хранению лекарственных средств , которая позволяет решать вопрос с влажностью: если препарат не требует особых условий хранения, то он может храниться при влажности не более 65%.

О транспортировке термолабильных препаратов говорится в нескольких документах:

Это соответствующая фармакопейная статья, а также Правила надлежащей дистрибьюторской практики и приказ Минздрава РФ №646н (Пр. 646н). Термолабильные препараты транспортируются в специальных транспортных средствах: рефрижераторах, термоконтейнерах при наличии необходимых приборов (терморегистраторы, термографы и пр.). Продолжительность транспортировки термоконтейнеров не должна превышать время, в течение которого они гарантируют поддержание необходимой температуры.

Согласно Пр. 646н, по запросу аптечной организации поставщик обязан предъявить сведения о соблюдении температурного режима при перевозке лекарственных препаратов. В Правилах надлежащей аптечной практики сказано, что критерием отбора поставщиков может стать то, насколько поставщик соблюдает правила транспортировки лекарственных препаратов.

Также в Правилах надлежащей дистрибьюторской практики отмечено, что по запросу получателя должны быть предоставлены данные, подтверждающие соблюдение температурного режима при хранении и транспортировке термолабильных лекарственных препаратов.

Аптечная организация должна оценить условия транспортировки. Обычно в договоре с поставщиком указана необходимость подтверждения соблюдения температурного режима (либо предоставляется распечатка с терморегистраторов, либо флешка с показаниями с терморегистратора). В журнале регистрации результатов приемочного контроля можно сделать отдельную строку для условий транспортировки ЛП. Если поставщик не соблюдает условия транспортировки, аптека имеет полное право не принять такой товар.

Сложно переоценить значимость лекарственных препаратов для множества людей. Кто-то принимает лекарства периодически из-за возникающего недомогания или простуды. Другие же буквально зависят от лекарств, поскольку с помощью медикаментов они поддерживают своё здоровье. Перевозка медикаментов и особенно иммунобиологических препаратов имеет ряд сложностей, жёстких требований и ограничений. Перевозка термолабильных лекарственных средств, включая иммунобиологические лекарственные препараты, прово-

дится с соблюдением «холодовой цепи» – комплекса организационнотехнических мероприятий по обеспечению оптимальных условий перевозки и хранения лекарственных средств на всех этапах их движения от производителя до потребителя. Только при учёте и соблюдении их, перевозчик может рассчитывать на работу в такой сфере.

Библиографический список

1. Приказ Министерства здравоохранения РФ от 31 августа 2016 г. N 646н «Об утверждении Правил надлежащей практики хранения и перевозки лекарственных препаратов для медицинского применения»
2. Приказ Министерства здравоохранения Российской Федерации от 31.08.2016 г. № 647н "Об утверждении Правил надлежащей аптечной практики лекарственных препаратов для медицинского применения".
3. Приказ Министерства здравоохранения и социального развития РФ от 23 августа 2010 г. N 706н
"Об утверждении Правил хранения лекарственных средств"
4. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 17.02.2016 N 19 "Об утверждении санитарно-эпидемиологических правил СП 3.3.2.3332-16 "Условия транспортирования и хранения иммунобиологических лекарственных препаратов"
5. Постановление Правительства РФ от 31 декабря 2009 г. N 1148 "О порядке хранения наркотических средств, психотропных веществ и их прекурсоров"

УДК 629.331

ЛУКОНИН И.А. КУЛЯЗИН А.Д. КУЗЬМИН Н.А.

ЭВРИСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД, ОСНОВАННЫЙ НА ОПТИМИЗАЦИИ, ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ РАЗДЕЛЕНИЯ МАРШРУТА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА ДОСТАВКИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Проблема маршрутизации транспортных средств (VRP) - это задача комбинаторной оптимизации и целочисленного программирования, которая задает вопрос: "Каков оптимальный набор маршрутов для проезда парка транспортных средств, чтобы доставить их заданному набору клиентов". Я представляю подход к решению, который интегрирует эвристический поиск с оптимизацией, используя целочисленную программу для исследования перспективных частей пространства поиска, выявленных эвристикой поиска табу – это поиск наилучшего решения с учётом всех запрещённых действий. Запреты табу: возврат к предыдущему решению, повтор схожих решений, ограничение на количество переходов к запрещенным решениям.

Цель состоит в том, чтобы обслужить потребность клиента при минимальной стоимости. Преимущество метода табу заключается в поиске оптимального решения даже в сложной задаче перевозки.

Набор перспективных маршрутов R генерируется, начиная с набора базовых ребер B. Для каждого ребра $k \in B$ генерируется набор маршрутов $R`_k$. Пусть $R` = \bigcup_{k \in B} R`_k$ - объединение этих наборов маршрутов. Множество B включает в себя ребра {i, j} со счетчиком ребер, который (>) или (=) проценту p_B. Для каждого ребра $\{i, j\} \in B$ генерируется набор маршрутов. Мы начинаем с пути P, состоящего только из ребра {i, j}, а затем расширяем путь от обеих конечных точек до тех пор, пока не встретим склад, и в этом случае мы определили маршрут. Порог вычисляется как процент от максимального значения счетчика ребра $L = p_I \times \max_v * n_{uv}$.

Результаты показывают, что эвристика, основанная на оптимизации, позволила найти лучшие решения для всех примеров. Среднее улучшение составляет чуть более 0,5 процента. Несмотря на то, что улучшения относительно невелики, я считаю, что это связано в первую очередь с тем, что решения табу уже довольно проработано.

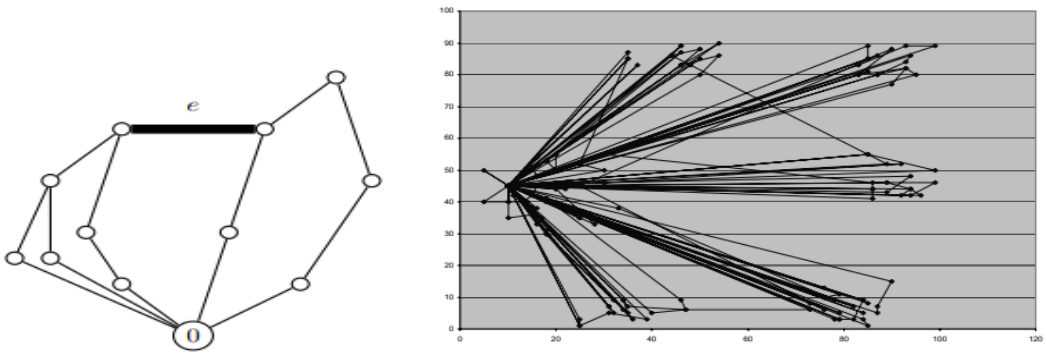


Рис. 1. Формирование маршрута. Табуированное решение

[1] C. Archetti, A. Hertz, M.G. Speranza, “A tabu search algorithm for the split delivery vehicle routing problem”, Transportation Science, 39: 182-187, 2005.

УДК 629.331

ЛУЧКО Н.С., АНТОНОВА Ю.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ ДВИГАТЕЛЕЙ РАЗНЫХ ТИПОВ АВТОМОБИЛЕЙ ГАЗЕЛЬ NEXT

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В работе приведен анализ показателей двигателей автомобилей категории N1 на примере ГАЗель NEXT. Из сравнения, сделанного ранее было видно, что без учета затрат на текущий ремонт стоимость эксплуатации электромобиля была ниже (табл.1).

Таблица 1. **Стоимость эксплуатации автомобилей**

	ISF2.8 Cummins (ДТ)	УМЗ-А274Evotech (метан)	EV2.001.0025 (электромобиль)
Затраты на топливо/электроэнергию, руб.	315000	277200	201600
Затраты на обслуживание, руб.	58500	48300	15180
Стоимость 1км пути, руб.	6,225	5,425	3,613

Однако не стоит забывать, что экономический эффект – не единственный фактор. Всё больше набирает обороты так называемая «зеленая повестка», утверждающая максимальную экологичность электромобиля по сравнению с автомобилем с ДВС. Не стоит забывать, что для зарядки электромобиля требуется электроэнергия, на территории РФ преимущественно вырабатываемая на ТЭС (68%). Выработка электроэнергии также оставляет след в окружающей среде, поэтому утверждение, что электромобиль не имеет выбросов вредных веществ в атмосферу, не верно. На деле «экологичность» данного электромобиля может быть

на уровне или даже хуже автомобилей с ДВС. Данный показатель и был проанализирован ниже.

Анализ проводился на основе автомобилей, модификация которых приведена ниже. Из автомобилей с ДВС модификация с двигателем УМЗ-А274Evotech на данный момент является самой распространенной.

- ДВС УМЗ-А274Evotech
- Электродвигатель (EV2.001.0025)

Базовая норма расхода топлива для ДВС была принята 12,5л/100км. Для расчетов был принят годовой пробег аналогичный пробегу при расчете экономических показателей, а именно 60 000км.

Емкость тяговой аккумуляторной батареи согласно руководству по эксплуатации 48кВТ*ч, заявленный пробег на одном заряде 100км, соответственно удельный расход электроэнергии автомобиля ГАЗ С41R9E будет составлять 480Вт*ч/км. Расход электроэнергии на зарядку электромобиля составляет 28800 кВт*ч/год. Для этого необходимо произвести электроэнергии на ТЭС 47682 кВт*ч/год. Для этого учитывались потери: потери в зарядном устройстве при зарядке аккумулятора электромобиля – 15 %, потери в сетях – 9,6 % (по статистическим данным), собственные нужды ТЭС – 15 %.

Таблица 2. **Исходные данные**

Показатель	**ГАЗ А22R23**	**ГАЗ С41R9E**
Удельный расход	12,5 л/100км	400 Вт*ч/км
Расход за год (при пробеге 60000км)	7500л (5600кг)	28800 кВт*ч (расход); 47682 кВт*ч (производство на ТЭС)

Расчет выбросов от движущегося автотранспорта каждого вредного вещества проводится с учетом типа автотранспорта и скорости движения [1]. Расчет выбросов i-того загрязняющего вещества Mi от автомобиля ГАЗ А22R23 за приведенный пробег определяется по формуле:

$$M_{Li} = M_i^L \cdot (L \cdot r_V), \text{г} \quad (1)$$

где L – протяженность автодороги (пробег), км,

M_i^L – удельный пробеговый выброс i-го вредного вещества, (табл. 4), г/км;

r_V – поправочный коэффициент, учитывающий зависимость изменения количества выбрасываемых загрязняющих веществ от средней скорости движения автотранспортного потока. r_V = 1 для всех веществ при средней скорости 30 км/ч.

Показатель относительной агрессивности вещества зависит от величин ПДКсс, ПДКрз, учитывает вероятность накопления в компонентах окружающей среды, вероятность образования в атмосфере вторичных загрязнителей.

В табл.3 приведены результаты расчета пробеговых выбросов загрязняющих веществ и приведенных выбросов для автомобиля ГАЗ А22R23.

Так как анализируемые автомобили относятся к категории «автофургоны и микроавтобусы до 3,5 тонн», значения удельных пробеговых выбросов следует принимать по 2 категории.

Таблица 3. ***Результаты расчета выбросов автомобиля ГАЗ А22R23***

Загрязняющие вещества	**Удельные пробеговые выбросы $M^L i$, г/км**	**M_{Li}. г**	**Показатель относительной агрессивности, A_i**	**Приведенные выбросы, кг**
CO	4,2	252000	1	252
NO_2	1,6	96000	43	4128
CH	0,63	37800	0,3	11,34
Сажа	0,034	2040	19	38,76
SO_2	0,013	780	16	12,48

Формальдегид	0,0023	138	240	33,12
Бензапирен	0,18*10-6	0,0108	502973	5,43
Всего				**4481,13**

Электромобиль ГАЗ С41R9E сам по себе выбросов не производит, но, как говорилось ранее, выработка ТЭС электроэнергии для его зарядки сопровождается образованием вредных веществ от сжигания топлива. Количество вредных веществ, образованных для получения 47682 кВт*ч, необходимых для зарядки автомобиля на протяжении 60000км и стоит принимать в сравнение с аналогичными показателями автомобиля с ДВС.

Таблица 4. **Результаты расчета выбросов при выработке электроэнергии для движения автомобиля ГАЗ С41R9E**

Загрязняющие вещества	**Удельный выброс при выработке электроэнергии Муд, г/кВт·ч**	**Выбросы при выработке электроэнергии для электромобиля M_{Li}. г**	**Показатель относительной агрессивности, A_i**	**Приведенные выбросы, кг**
CO	0,0043	205,03	1	0,205
NO_x	1,13	53881	43	2317
Сажа	0,11	5245	19	99,66
SO_2	2,85	135893,7	16	2174,3
Всего				**4591,17**

На основании полученных данных можно сделать вывод, что автомобиль ГАЗель NEXT с электродвигателем не является более экологичным, чем аналогичный автомобиль с ДВС УМЗ-А274 Evotech. Однако количество вредных веществ, выброшенных в атмосферу у обеих модификаций примерно сопоставимо. Можно предположить, что связано это с более лояльными нормативами по выбросам к коммерческому транспорту, соответственно, недостаточно высоким экологическим классом рассматриваемого ДВС.

Вернувшись к первоначальному вопросу, можно утверждать, что на данный момент единственным преимуществом автомобиля ГАЗ С41R9E перед автомобилем с ДВС является экономический эффект вследствие снижения стоимости эксплуатации.

УДК 621

МАЛЕТИН М.В.

СТРОИТЕЛЬСТВО ДОРОГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Строительство дорог — важная отрасль инфраструктуры, которая играет ключевую роль в современном обществе. Дороги обеспечивают связь между различными населёнными пунктами, облегчают передвижение людей и товаров, способствуют развитию экономики и социальной сферы.

Процесс строительства проходит в несколько этапов:

Топографическая съёмка. Геодезисты проводят работы на местности, определяют лучшие пути прокладки маршрута, анализируют рельеф, определяют глубину расположения подземных вод и т. д.

Подготовка. Включает в себя очистку территории от посторонней растительности, зданий и объектов. Оформление сметы и покупка новых материалов.

Земляные работы. Проводятся работы по оптимизации грунтовых пород, возведения насыпей и их укрепления. Выполняется закупка грунта и его доставка на место работ.

Создание новых или оптимизация имеющихся коммуникаций. Необходимо для запуска и проведения строительства.

Изготовление основания для дальнейшей укладки асфальтного покрытия.

Укладка геологического текстиля и решеток. Такие материалы используются для укрепления дорожного слоя при строительстве на глинистых и суглинистых почвах.

Нанесение покрытия. Следующим этапом является нанесение асфальтобетонного состава или литого асфальта.

Обустройство дороги. На следующем этапе наносится дорожная разметка, устанавливаются знаки, обустраиваются канализационные сливы, монтируется освещение. Организуется охрана территории (если это необходимо), устанавливаются камеры контроля скорости и т. д.

Общая технология возведения автодорог может меняться или дополняться в зависимости от страны и действующих в ней норм. Большое значение имеет тип дороги, её назначение, объём финансирования и применяемая технология

УДК 629.331

МАСЛОВ Р.Д. БЕРДНИКОВ Л.А., КУТАСОВ И.А.

КАКИЕ ДОКУМЕНТЫ НУЖНЫ ДЛЯ ХРАНЕНИЯ ОРУЖИЯ?

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Хранение оружия — это те ситуации, когда владелец не держит в руках оружие, а хранит его по месту жительства или временного пребывания. Например, пришел охотник домой и убрал оружие в сейф. Но бывает, что охотник вместо сейфа поставил ружье в угол — это тоже хранение, хотя и с нарушениями.

Какие документы нужны для хранения, ношения, транспортировки оружия?

Лицензия на право приобретения. Ее выдает Росгвардия владельцам оружия. Лицензия подтверждает, что у человека есть право прийти в магазин и купить одну единицу оружия.

С такой лицензией на руках можно не только купить оружие, но и транспортировать его. Транспортировка с лицензией возможна в следующих случаях:

1. От оружейного магазина — до адреса, по которому будет храниться оружие.
2. От места хранения оружия — до подразделения Росгвардии, которое выдало лицензию. Там оружие осмотрят и в течение 10 дней выдадут разрешение.
3. От подразделения Росгвардии — до места хранения оружия.

Как бы ни хотелось с новым ружьем съездить на охоту или в тир — делать этого не стоит. Придется дождаться, пока не будет оформлено разрешение. Оно будет действовать 5 лет.

Разрешение. Это основной документ, который дает право хранить и носить оружие обычным гражданам.

На лицевой стороне — номер, данные владельца, фотография и адрес

На оборотной — модель и калибр оружия и срок действия

Кому не нужно разрешение ввиду рода деятельности. Документы, которые разрешают хранение оружия, требуются в любом случае. Просто выглядеть они могут по-разному.

Сотрудникам силовых структур, военнослужащим, охранникам тоже требуется разрешение, но выглядит оно иначе. Например, сотрудникам полиции запись о том, что им разрешено ношение и хранение оружия, делается в служебном удостоверении.

А у военнослужащих срочной службы право на ношение оружия дает военный билет.

В любом случае независимо от звания и должности право на ношение и хранение оружия должно быть зафиксировано в документах. Без этого ни хранить, ни носить оружие нельзя — это нарушение закона.

В данном случае служебное удостоверение — одновременно разрешение на хранение и ношение оружия и спецсредств.

В данном военном билете указаны номер автомата, дата выдачи и сдачи. После того как автомат сдан — носить его на основании военного билета уже нельзя.

УДК 656.085

МЕРЗЛЯКОВА М.И., ЧИКАЕВ А.О., КЛЮКИН Д.С.

СРАВНЕНИЕ АВАРИЙНОСТИ ВОДИТЕЛЕЙ МУЖЧИН И ЖЕНЩИН В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2023 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Распространена мысль о том, что женщины хуже водят автомобиль и чаще, чем мужчины попадают в ДТП. Это связывают с тем, что поведение женщины за рулем нередко, по мнению мужчин, непредсказуемо и нелогично. Кроме того, мужчинам кажется, что женщины склонны отвлекаться на посторонние предметы, разговоры по телефону, «витать в облаках» во время вождения, что приводит к опасным ситуациям на дороге, и, в следствие, к аварии. Исходя из этого было принято решение, проверить правдиво ли это утверждение, на примере аварийности в г. Нижний Новгород.

Данные для анализа аварийности были взяты с «Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации» [1]. Так как на сайте представлены два вида исходных данных, списки ДТП и подробные карточки, для более полной выборки использовались подробные карточки, в которых отражается информация о поле водителя, его нарушении ПДД, а также водительский стаж. Согласно данным аналитического агентства «Автостат» [2] процентное соотношение мужчин автовладельцев к женщинам составляет 68,3% к 31,7% соответственно к общему числу.

На основе полученных данных для г. Нижний Новгород за период с января 2018 года по октябрь 2023 года, в 82% ДТП виновниками были мужчины, в 17% – женщины. Оставшийся 1% приходится на лица с неустановленным полом, вследствие того, что они скрылись с места ДТП и обнаружить их не смогли.

Рассматривая ДТП, произошедшие по вине мужчин, всего было 8047 ДТП, в которых пострадали 10258 чел. и погибло 207 чел. Наиболее распространенными категориями ДТП стали столкновения – 4450 ед. В таблице 1 показано распределение ДТП по категориям для водителей мужчин.

Таблица 1. **Распределение ДТП по категориям с водителями мужского пола**

Категория ДТП	Всего	Ранено	Погибло
Столкновение	4450	6411	115
Наезд на пешехода	1990	2047	54
Падение пассажира	652	674	17
Наезд на препятствие	323	405	12
Наезд на стоящее ТС	208	263	12
Наезд на велосипедиста	175	172	9
Опрокидывание	107	117	1
Съезд с дороги	97	120	5
Иной вид ДТП	38	41	1
Отбрасывание предмета	4	4	0

Наезд на животное	2	3	0
Возгорание	1	1	0
Наезд на внезапно возникшее препятствие	1	2	0
Падение груза	1	1	0

Аналогичная ситуация и у водителей женщин, самая распространенная категория ДТП – столкновение. Также в тройку входят наезд на пешехода и падение пассажира, как и у мужчин. Более полное распределение ДТП по категориям для женщин представлено в таблице 2.

***Таблица 2*. Распределение ДТП по категориям с водителями женского пола**

Категория ДТП	Всего	Ранено	Погибло
Столкновение	959	1317	12
Наезд на пешехода	461	479	10
Падение пассажира	62	61	1
Наезд на велосипедиста	36	37	0
Наезд на стоящее ТС	39	55	0
Съезд с дороги	34	40	0
Опрокидывание	27	31	0
Иной вид ДТП	9	10	0

Как видно из табл.2, ДТП, произошедших по вине женщин гораздо меньше – 1724 ед. Что не подтверждает мнение о том, что женщины чаще мужчин попадают в аварии. Кроме того, у женщин водителей меньше категорий происшествий. У них, например, отсутствует довольно распространенная категория у мужчин – наезд на препятствие. Помимо этого, по вине мужчин в каждом 35-ом ДТП погибал человек, по вине женщин лишь в каждом 75-ом, что показывает, что аварии, произошедшие из-за водителей женщин, имеют менее тяжелые последствия.

После анализа ДТП, было принято решение рассмотреть ещё и нарушения, которые совершают мужчины и женщины на дорогах, приведшие к ДТП. Списки нарушений по категориям приведены в табл. 3 для мужчин и в табл. 4 для женщин.

***Таблица 3.* Нарушения ПДД водителями мужского пола**

Нарушение	Всего, ед.	Всего, %	Ранено, чел.	Погибло, чел
Неправильный выбор дистанции	1040	12,9%	1388	8
Нарушение правил проезда пешеходного перехода	1043	13,0%	1080	33
Несоответствие скорости конкретным условиям движения	748	9,3%	941	14
Несоблюдение очередности проезда перекрестков	674	8,4%	891	10
Нарушение требований сигналов светофора	577	7,2%	834	6
Другие нарушения ПДД водителем	543	6,7%	581	7
Превышение установленной скорости движения	484	6,0%	719	57
Нарушение правил перестроения	357	4,4%	438	3
Выезд на полосу встречного движения с разворотом, поворотом налево или объездом препятствия	344	4,3%	509	3
Несоблюдение очередности проезда	339	4,2%	411	2
Выезд на полосу встречного движения	306	3,8%	503	25
Нарушение требований дорожных знаков	327	4,1%	466	4

Несоблюдение условий, разрешающих движение транспорта задним ходом	275	3,4%	268	13
Нарушение правил расположения ТС на проезжей части	229	2,8%	279	2
Невыполнение требований обеспечения безопасности при начале движения	229	2,8%	258	1
Несоблюдение бокового интервала	136	1,7%	143	2
Непредоставление преимущества в движении пешеходу	114	1,4%	118	1
Выезд на полосу встречного движения в местах, где это запрещено	107	1,3%	216	15
Нарушение правил остановки и стоянки	37	0,5%	44	4
Нарушение правил обгона	30	0,4%	40	5
Нарушение правил перевозки людей	27	0,3%	27	0
Нарушение требований линий разметки	18	0,2%	26	0
Эксплуатация ТС с техническими неисправностями, при которых запрещается их эксплуатация	15	0,2%	18	1
Нарушение правил проезда остановок трамвая	14	0,2%	13	1
Непредоставление преимущества в движении ТС, имеющему нанесенные на наружные поверхности специальные цветографические схемы, надписи и обозначения, с одновременно включённым проблесковым маячком синего цвета и специальным звуковым сигналом	14	0,2%	25	0
Разворот в местах, где разворот запрещён	10	0,1%	11	0
Нарушение правил при круговом движении	3	0,04%	3	0
Выезд на трамвайные пути встречного направления	2	0,02%	2	0
Ослепление светом фар	2	0,02%	2	0
Нарушение требований сигналов регулировщика	2	0,02%	2	0
Движение во встречном направлении по дороге с односторонним движением	1	0,01%	1	0
Нарушение правил погрузки, выгрузки и крепления грузов	1	0,01%	1	0
Нарушение правил проезда ж/д переездов	1	0,01%	3	0

Таблица 4. **Нарушения ПДД водителями женского пола**

Нарушение	Всего, ед	Всего, %	Ранено, чел.	Погибло, чел
Нарушение правил проезда пешеходного перехода	240	13,9%	251	5
Несоблюдение очередности проезда перекрестков	205	11,9%	274	0
Неправильный выбор дистанции	178	10,3%	216	2
Несоответствие скорости конкретным условиям движения	177	10,3%	223	2
Нарушение требований сигналов светофора	105	6,1%	159	0
Другие нарушения ПДД водителем	93	5,4%	93	1
Нарушение требований дорожных знаков	93	5,4%	119	2
Несоблюдение очередности проезда	89	5,2%	107	0
Нарушение правил перестроения	82	4,8%	99	0
Выезд на полосу встречного движения	78	4,5%	131	3
Выезд на полосу встречного движения с разворотом, поворотом налево или объездом препятствия	77	4,5%	107	2

Превышение установленной скорости движения	56	3,3%	76	8
Невыполнение требований обеспечения безопасности при начале движения	52	3,0%	55	0
Нарушение правил расположения ТС на проезжей части	50	2,9%	65	1
Несоблюдение условий, разрешающих движение транспорта задним ходом	50	2,9%	51	0
Непредоставление преимущества в движении пешеходу	28	1,6%	28	1
Несоблюдение бокового интервала	20	1,2%	21	0
Выезд на полосу встречного движения в местах, где это запрещено	15	0,9%	22	1
Нарушение правил обгона	7	0,4%	9	0
Нарушение правил остановки и стоянки	7	0,4%	9	0
Непредоставление преимущества в движении спец. транспорту	7	0,4%	10	0
Нарушение правил проезда остановок трамвая	4	0,2%	5	0
Нарушение правил при круговом движении	3	0,2%	3	0
Разворот в местах, где разворот запрещён	3	0,2%	3	0
Нарушение правил перевозки людей	2	0,1%	2	0
Эксплуатация ТС с техническими неисправностями, при которых запрещается их эксплуатация	2	0,1%	3	0

Анализируя данные табл. 3 и 4 можно сделать вывод, что нарушения, приведшие к ДТП у мужчин и женщин схожи. Так самым распространенным типом нарушений, приведших к ДТП, и у мужчин, и у женщин является нарушение правил проезда пешеходного перехода. В пятерку в обоих случаях также входят неправильный выбор дистанции, несоблюдение очередности проезда перекрестков, несоответствие скорости конкретным условиям движения, нарушение требований сигналов светофора. У женщин больше распространено несоблюдение очередности проезда на перекрестке, у мужчин же несоблюдение дистанции и превышение скорости.

Подводя итог, можно сказать о том, что распространенное мнение насчет того, что женщины чаще попадают в ДТП ошибочно. Даже принимая во внимание тот факт, что в процентном соотношении автовладельцев мужчин в РФ более чем в 2 раза больше (68,3%), у женщины всё равно ниже шанс попасть в аварию, тем более с тяжелыми последствиями. При этом, женщин водителей на дорогах значительно больше, чем автовладелиц, ведь нередко автомобиль зарегистрирован на мужа, а пользуется им жена или оба члена семьи. Рассматривая нарушения ПДД, приведших к ДТП, четкого разделения по «мужским» и «женским» не было выявлено. Можно лишь отметить, что мужчины чуть больше склоны к агрессивному вождению (не соблюдают дистанцию, значительно превышают скорость), а женщины – менее внимательны на опасных участках дороги.

Библиографический список

1. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/
2. Аналитическое агентство «Автостат» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.autostat.ru/infographics/47984/

УДК 656.085

МЕРЗЛЯКОВА М.И., ЧИКАЕВ А.О., ЗДОБНИКОВА П.А.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ С УЧАСТИЕМ ВОДИТЕЛЕЙ, НАХОДЯЩИХСЯ В АЛКОГОЛЬНОМ ОПЬЯНЕНИИ, В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2022 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водитель в состоянии опьянения на дороге не редкость. Часто люди до конца не осознают, что, садясь пьяными за руль они подвергают опасности не только себя, но и других участников дорожного движения. У водителя в состоянии опьянения замедленны реакции, возникают трудности с оценкой скорости и расстояний, он склонен больше отвлекаться, а не следить за ситуацией на дороге. Нетрезвый водитель может не успеть резко затормозить или правильно перестроиться, если это будет необходимо. И в конечном итоге это может привести к ДТП с высоким риском травматизма или даже летальным исходом. По статистике российского общественного движения «Дорога для трезвых» [1] в 2022 году в России в результате ДТП с участием пьяных водителей погибли 3,5 тысячи человек. По вине нетрезвых и пьяных водителей произошло 14 428 ДТП, в результате которых 18 803 человека получили ранения. Хотя наказания за вождение в нетрезвом виде каждый год становятся строже, многих это не останавливает, ведь им нередко кажется, что они выпили совсем немного и достаточно трезвы, чтобы вести свой автомобиль безопасно.

Данные для анализа аварийности были взяты с «Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации» [2]. Для того, чтобы провести выборку по количеству ДТП с участием водителей в состоянии опьянения будут использоваться не подробные карточки ДТП, а список, в котором все эти данные будут указаны. Рассматриваемый период возьмем с января 2018 года по декабрь 2022 года. Данные скачиваются по годам в виде списка со столбцами «№ ДТП», «Дата», «Категория ДТП», «Дорога», «Адрес», «Количество погибших», «Количество раненых», «Количество ТС, участвующих в ДТП», «Количество участников ДТП (людей)». Нас интересуют столбцы «Дата», а также «Количество погибших» и «Количество раненых».



Рис. 1. Распределение ДТП по годам с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения в г. Нижний Новгород

Как видно из рис.1, за последние 3 года наблюдается снижение количества ДТП с участием пьяных водителей на 35%. Это может свидетельствовать о том, что принимаемые меры по борьбе с нетрезвыми водителями достаточно эффективны.

Рассматривая статистику аварийности по дням по месяцам (рис. 2) можно отметить, что прямой закономерности в распределения количества ДТП по времени года нет. Самым аварийным стал июль (41 ед.) он же лидирует и по количеству раненых в результате ДТП с нетрезвыми водителями (67 ед.). Самым же неаварийным месяцем года стал февраль всего 12 ДТП, где пострадал 21 человек. Это может быть связано с тем, что интенсивность транспортных потоков в этом месяце снижается, а также февраль является практически самым холодным месяцем в году и не все используют личный автомобиль в это время.

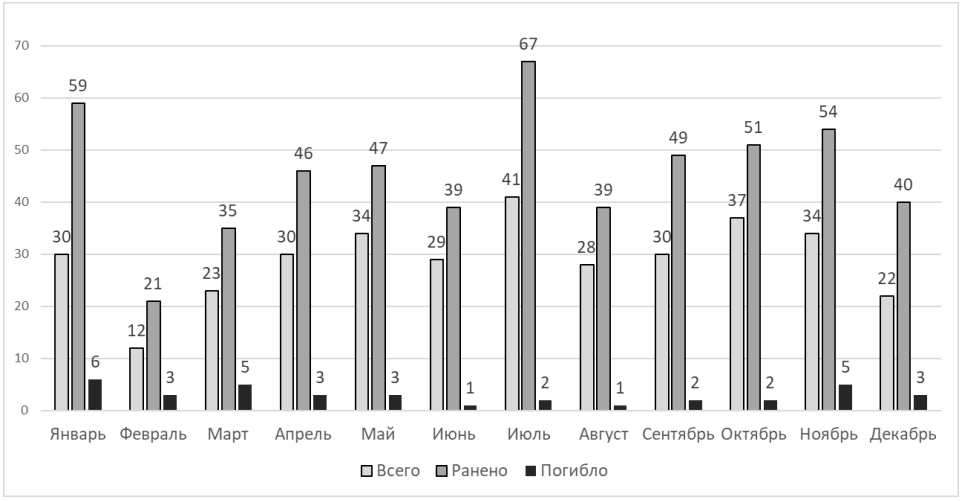


Рис. 2. Распределение ДТП по месяцам с участием нетрезвых водителей в г. Нижний Новгород

Данные по дням недели представлены на рис. 3.

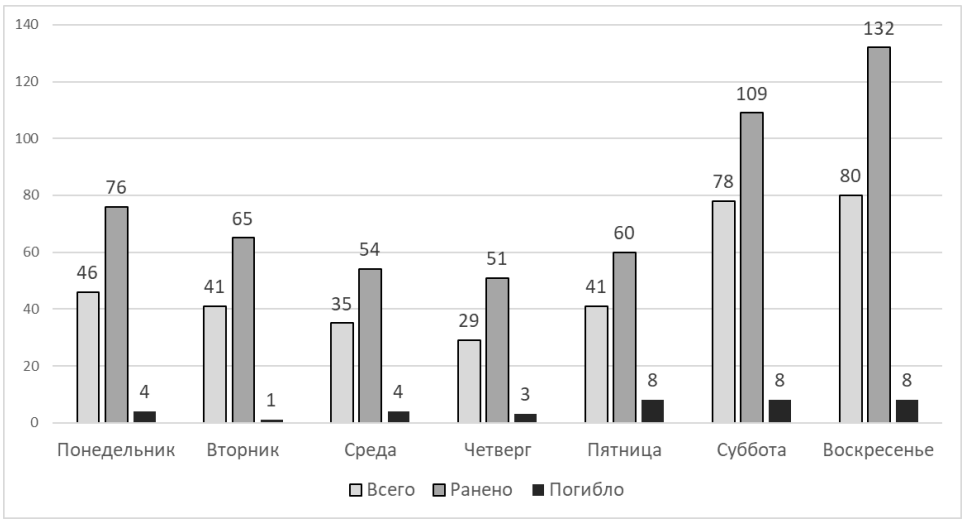


Рис. 3. Распределение ДТП по дням недели с участием пьяных водителей в г. Нижний Новгород

Ожидаемо, наиболее аварийными стали суббота и воскресенье (78 и 80 ед. соответственно) в эти же дни по вине водителей в состоянии алкогольного опьянения пострадали в субботу 109 чел., а в воскресенье 132 чел. и погибло по 8 чел. в каждый из выходных дней. Из будних дней по количеству ДТП с участием пьяных водителей лидирует понедельник – произошло 46 ДТП и пострадало 76 человек. Наименее аварийным днем недели стал четверг (29 ДТП и 51 пострадавший).

Что касается распределения ДТП с участием нетрезвых водителей по категориям (рис. 4), то с большим отрывом лидирует столкновение (190 ДТП и 340 пострадавших). Очевидно, в состоянии алкогольного опьянения водитель не может правильно оценить расстояние до другого ТС, а также скорость транспортного потока. У водителя может быть замедлена реакция и при проезде перекрестка он может с большей вероятностью совершить неправильный маневр, который приведет к столкновению. По тем же причинам следующими категориями ДТП являются наезд на препятствие (54 ед.), наезд на стоящее ТС (34 ед.) и наезд на пешехода (30 ед.).

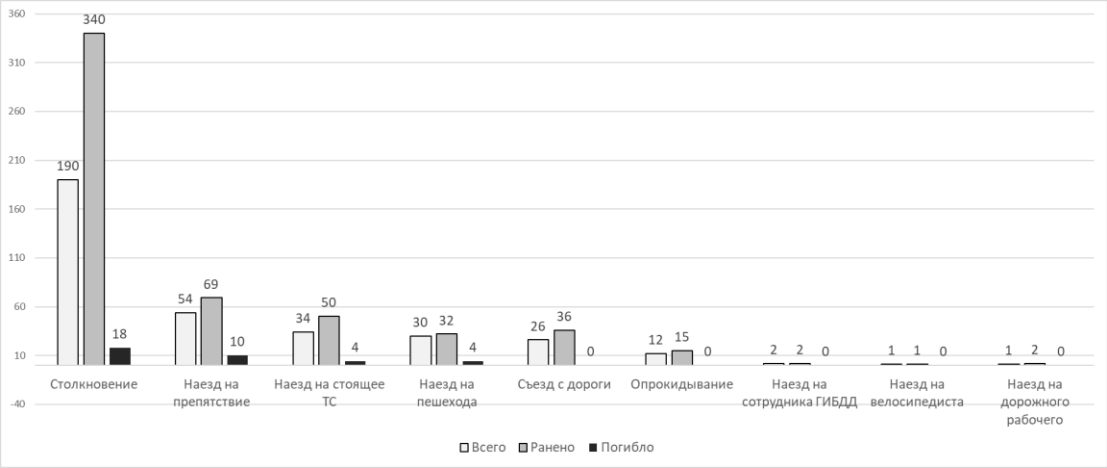


Рис. 4. Распределение по категориям ДТП с участием водителей в состоянии алкогольного опьянения в г. Нижний Новгород

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, о том, что прямой корреляции с временем года или конкретным месяцем совершения ДТП по вине нетрезвого водителя нет. Если же рассматривать дни недели, то самыми аварийными являются выходные дни, а наименее аварийной середина рабочей недели. В выходные люди тратят свободное время на отдых, что зачастую сопряжено с распитием алкоголя. Также крупные праздники (такие как день рождение, годовщины и тд.) люди переносят на выходные дни, чтобы собраться и отметить их вместе, поэтому риск, что человек сядет за руль в нетрезвом состоянии выше, чем в будние дни. Самой распространенной категорией ДТП с участием водителей в нетрезвом виде, как было отмечено ранее, является столкновение. У водителя в состоянии алкогольного опьянения снижается скорость реакции, он становится менее внимательным и некорректно оценивает скорость и расположение автомобиля в транспортном потоке. Такой водитель может проигнорировать запрещающий знак или сигнал светофора, что может привести к лобовому или боковому столкновению. Если же водитель неправильно определит скорость транспортного потока, в котором он двигается, или из-за снижения чувствительности и концентрации внимания не успеет резко затормозить при необходимости может произойти столкновение. Садиться за руль в состоянии алкогольного опьянения опасно, как для самого водителя, так и для остальных участников дорожного движения, поэтому даже при распитии небольшого количества спиртного человеку стоит отказаться от вождения автомобиля в этот день. Стоит отметить, что по вине пьяных водителей происходят ДТП с большей тяжестью последствий. Как видно из статистики на 10 приходится 1 погибший.

Библиографический список

1. Официальный сайт российского общественного движения «Дорога для трезвых» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://xn--80aebdcgo4axavfz0cyfuc.xn--p1ai/
2. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/

УДК 656.085

МЕРЗЛЯКОВА М.И., ЧИКАЕВ А.О.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ РАЙОНОВ Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2022 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В городе Нижний Новгород, как и в других крупных городах РФ, поднимается вопрос о повышении безопасности дорожного движения. Уровень автомобилизации, по данным УГИБДД за 2019 г. по Нижнему Новгороду составляет 375 ед./1000 жителей, однако, принимая во внимание тот факт, что он постоянно увеличивается, согласно ПКРТИ [1] уровень автомобилизации на 2023г. составил около 452 ед./1000 жителей, что является высоким показателем по стране в целом. В связи с этим, остро встает вопрос о сокращении количества ДТП за счет дополнительных мероприятий. Однако, для верного распределения этих мероприятий необходимо составить статистику аварийности, по приказу министерства транспорта России [2], статистику необходимо собрать не менее чем за 3 года.

Данные для анализа аварийности были взяты с «Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации» [3]. Данные скачиваются в двух видах: карточки ДТП с разрешением .PDF, либо в формате .XML. Для удобства будет использован формат .XML, а также общий список ДТП с указанием даты, категории ДТП, адреса ДТП, число погибших и число раненых. Также, для более полного анализа, нам понадобятся данные о величине интенсивности транспортных средств, которые можно получить из транспортной макромодели г. Нижний Новгород, которая создавалась в рамках разработки ПКРТИ [1].

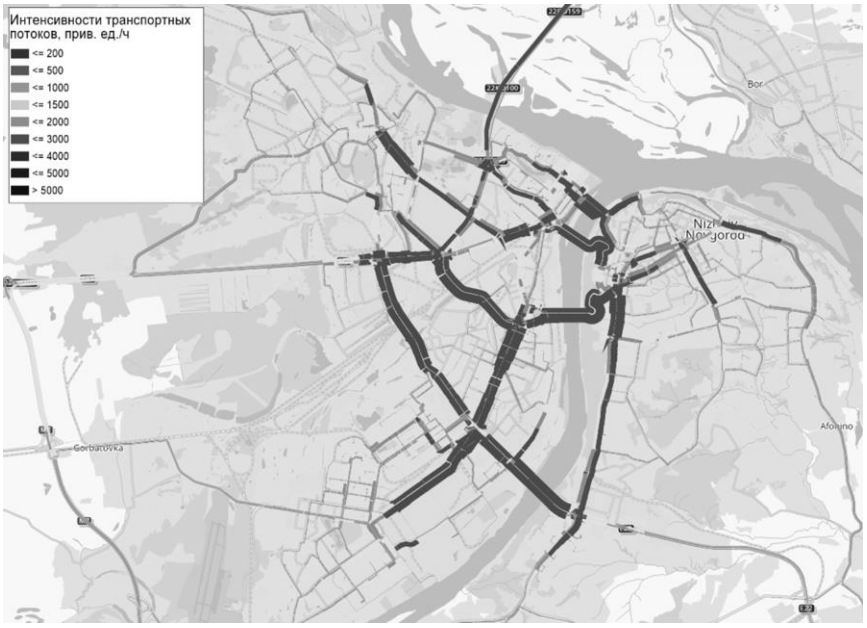


Рис. 1. Интенсивности транспортных потоков по сети дорог г. Нижнего Новгорода (утренний час пик)

Как можно видеть из рис.1, наибольшие интенсивности, ожидаемо, наблюдаются на главных магистралях города, таких как Мызинский, Канавинский, Молитовские мосты и Метромост, пр-кт Гагарина, пр-кт Ленина, ш. Сормовское, ш. Московское и другие. Можно предположить, что наибольшее количество ДТП будут приходится именно на эти дороги.

Анализируя данные непосредственно по районам города за период с 2018 по 2022 года (рис. 2), можно сказать, что наиболее аварийным стал Автозаводский район, в котором за указанный период произошло 2089 ДТП, в которых были ранены 2537 человек, а погиб – 51. Далее, по уровню аварийности, следует Нижегородский и Канавинский районы, в которых произошло 1478 и 1396 ДТП соответственно.

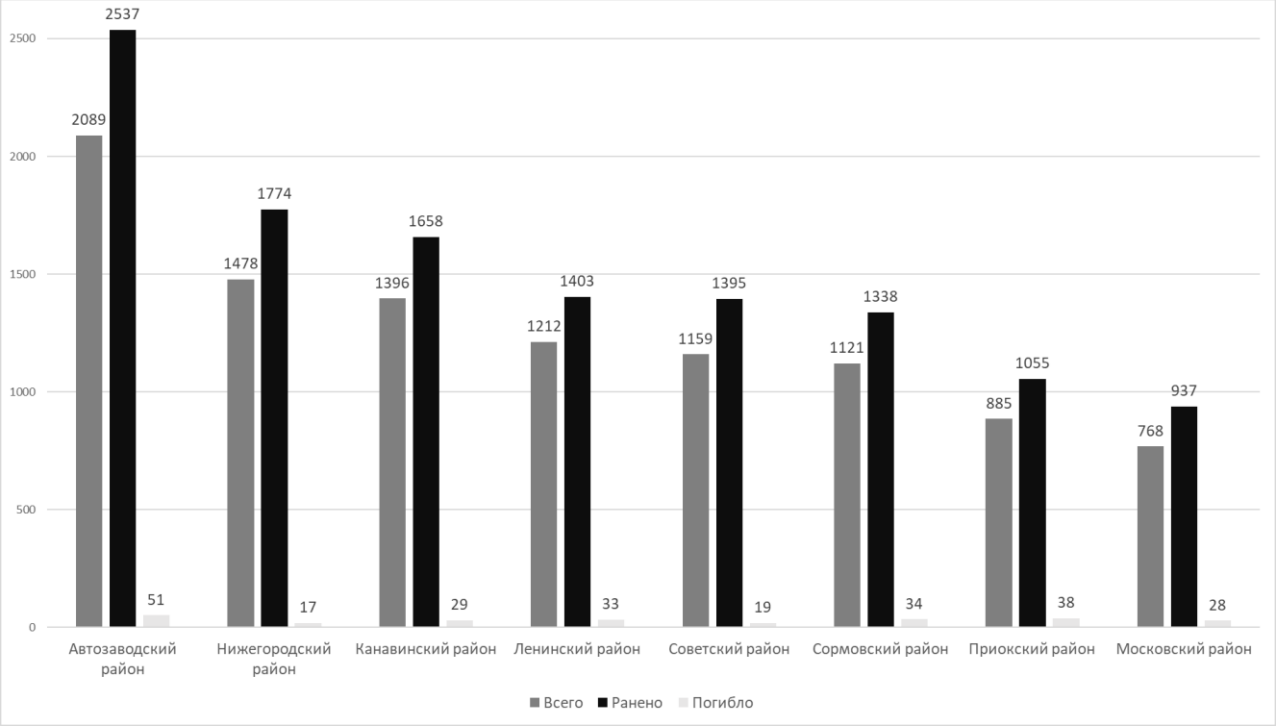


Рис. 2. Распределение ДТП по районам г. Нижний Новгород

Раненых также примерно одинаковое количество – 1774 и 1658 человек соответственно. Однако, по числу погибших Нижегородский район располагается на последнем месте среди всех – 17 человек, в то время как Канавинский на пятом – 29 человек. В Ленинском, Советском и Сормовских районах произошло 1212, 1159 и 1121 ДТП соответственно, в которых было ранено 1403, 1395 и 1338 человек соответственно. Число погибших 29, 33 и 19 человек. Наименее аварийными районами стали Приокский и Московский. Здесь, за отмеченный период, произошло 885 и 768 ДТП. Число раненых для Приокского района – 1055, для Московского – 937. В тоже время, при наименьшем количестве ДТП, количество погибших в Приокском районе достигает 38 человек, что является вторым по количеству погибших среди всех районов города (15% от общего числа), а Московский район – шестой (28 человек погибших).

Исходя из анализа можно сделать вывод, что наиболее аварийным районом является Автозаводский, что можно обусловить наибольшим населением, проживающем в нем, - 299790 жителей. Далее следует Нижегородский, Канавинский, Ленинский, Советский, Сормовский, Приокский и Московский районы. Однако, по уровню тяжести ДТП, второе место занимает Приокский район (15% погибших от общего числа), на третьем месте Сормовский (14% погибших от общего числа), далее следуют Ленинский, Канавинский, Московский, Советский и Нижегородский район (13%, 12%, 11%, 8% и 7% соответственно). Исходя из этого, районом с наименьшим соотношением количества ДТП к числу погибших является Нижегородский (1478 ед./17 пог. жит.), а его противоположностью стал Приокский (885 ед./38 пог. жит).

Библиографический список

1. Программа комплексного развития транспортной инфраструктуры муниципального

образования город Нижний Новгород на 2019 – 2030 годы – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.gordumannov.ru/?id=76340
2. Приказ Министерства транспорта РФ от 30 июля 2020 г. N 274 «Об утверждении Правил подготовки документации по организации дорожного движения» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://base.garant.ru/74884236/
3. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/

УДК 656.085

МЕРЗЛЯКОВА М.И., .ЧИКАЕВ А.О., КЛЮКИН Д.С.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ С УЧАСТИЕМ ДЕТЕЙ-ПЕШЕХОДОВ В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2022 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном обществе, с ростом уровня автомобилизации, особенно в крупных городах в ДТП страдают не только взрослые, но и дети. Дети – наиболее уязвимый участник дорожного движения в силу своего юного возраста, а в следствие этого и отсутствия опыта поведения возле проезжей части. Одна из проблем предупреждения детского травматизма – недостаточная осведомленность поведения как на проезжей части, так и возле нее, а так нарушение в области перехода дороги как по регулируемому пешеходному переходу, так и нерегулируемому. Для выявления возможных опасных участков проведем анализ ДТП с участниками – детьми. Для анализа будут рассматриваться ДТП в г. Нижний Новгород в период с 2018г. по 2022г.

Рассмотрим статистику, зарегистрированных ДТП, взятую с официального сайта Министерства внутренних дел Российской Федерации [1]. Согласно статистике, ДТП с участием детей чаще всего происходят возле детских образовательных учреждений, а также во дворах либо возле точек притяжения детей, таких как спортивные площадки, парки, детские площадки. Как можно видеть из рис. 1, год от года количество ДТП с участием юных участников движения снижается, что может свидетельствовать о положительном влиянии работы по информированию их о правилах поведения на дороге. По сравнению с 2018г. в г Нижний Новгород в 2019г. количество ДТП снизилось на 23,81%, к 2020% - на 7,69%, в 2021 – на 11,43%, к 2022г. – на 2,94%. Если проанализировать 2018г. и 2022г, то в общем наблюдается скачок на 34,62%, что является хорошим показателем в условиях такого крупного города как Нижний Новгород.

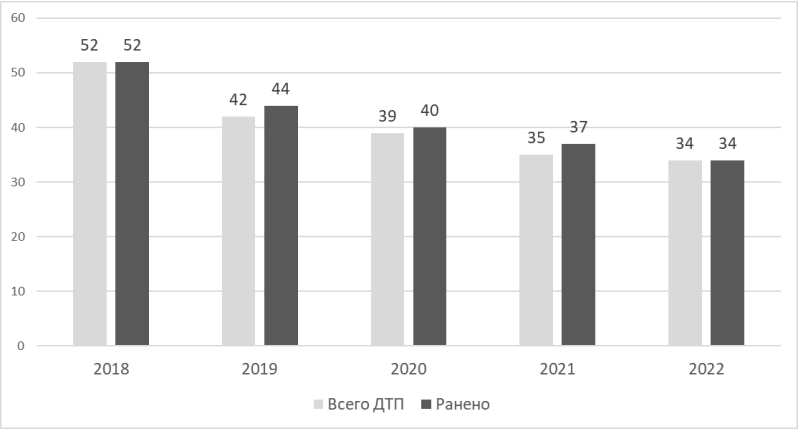


Рис.1. Распределение количества ДТП по годам с участием детей-пешеходов

Также рассмотрим распределение ДТП по месяцам (рис. 2).

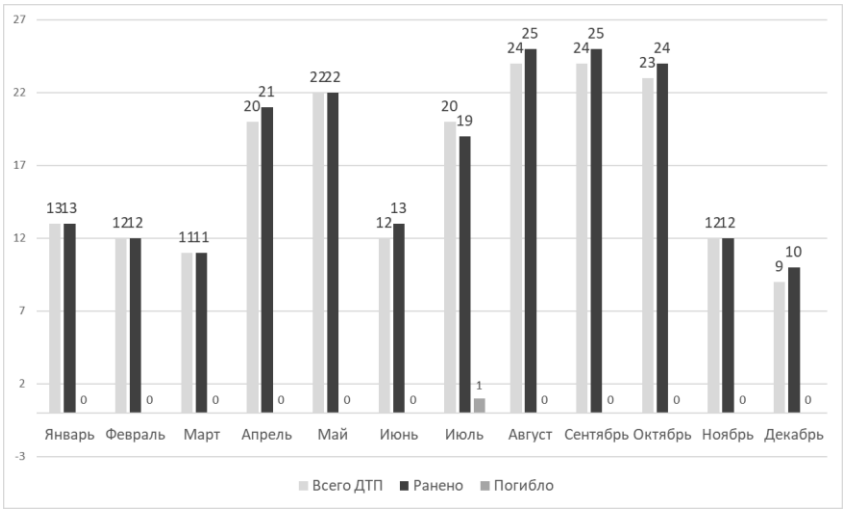


Рис.2. Распределение количества ДТП по месяцам с участием детей-пешеходов

Как можно видеть, наиболее аварийными месяцами являются август (24 ед.), сентябрь (24 ед.) и октябрь (23 ед). Это можно обусловить тем, что в летние месяцы (особенно июнь и июль) открываются летние смены в детских лагерях, из-за чего снижается число детей в городе. Также многих отправляют в деревни к бабушкам. Стоит отметить тот факт, что зимой ДТП значительно меньше, так как снижаются средние скорости автомобилей, а в зимнее время дети играют на улице не так часто, как в летне-весенний периоды года.

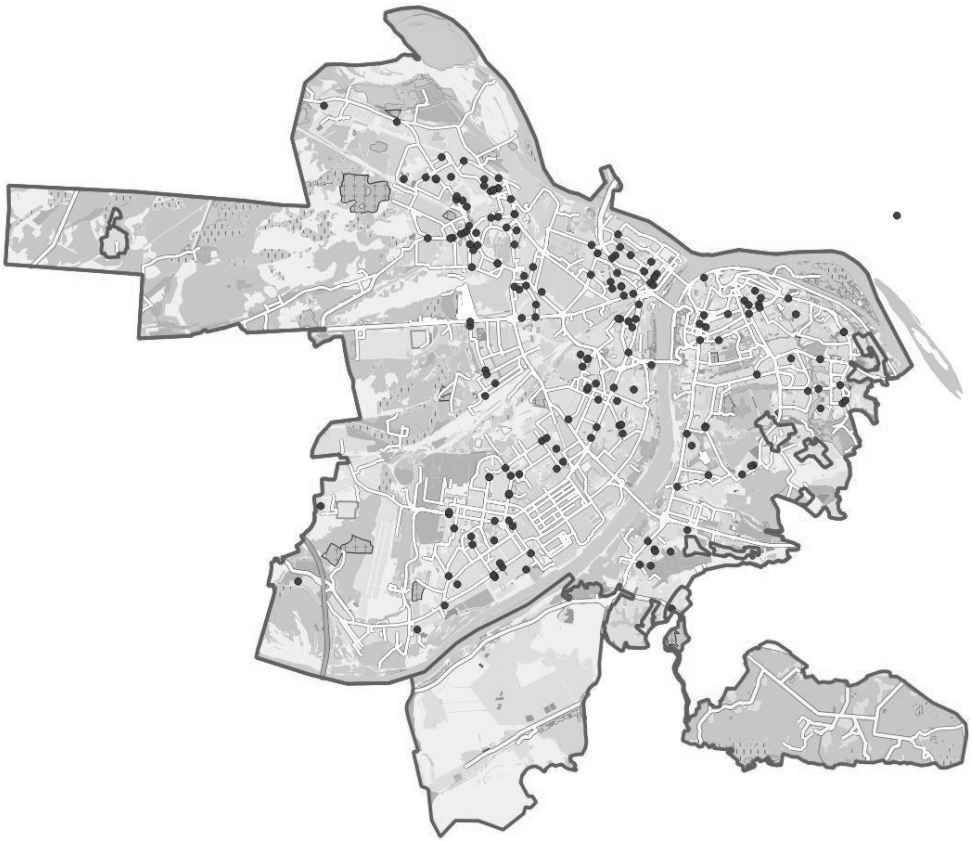


Рис. 3. Места зарегистрированных ДТП с участием детей-пешеходов

Из причин, способствующих совершению ДТП, можно отнести такие факторы как: недостаточное внимание к ребенку при прогулке, когда мать или отец отпускают детей из виду. Это особенно актуально в настоящее время, когда присутствует зависимость от мобильных гаджетов, так называемая «номофобия». Более того, стоит уделять должное внимание на изучение маршрутов детей к детским образовательным учреждениям и обустройству пешеходным переходов согласно ГОСТ 52289-2019 [2]. Так, согласно п. 5.2.25 «*под детскими учреждениями понимают объекты социальной инфраструктуры для детей – здания, строения, сооружения, необходимые для жизнеобеспечения детей, а также организации, деятельность которых осуществляется в целях обеспечения полноценной жизни, охраны здоровья, образования, отдыха и оздоровления, развития детей, удовлетворения их общественных потребностей*». В части обустройства, согласно п. 5.2.25 необходим знак 1.23 «Дети»; п.7.3.8 – должен быть установлен светофор Т.7; п.8.1.29 – обязательное наличие перильных ограждений на нерегулируемых наземных пешеходных переходов, расположенных на участках дорог или улиц, проходящих вдоль детских учреждений. Помимо этого, устанавливается ограничение скорости не более 30 км/ч совместно с искусственной дорожной неровностью (ИДН), более известную как «лежачий полицейский».

На рис.3 показаны места зарегистрированных ДТП с участием детей-пешеходов. Как отмечалось ранее, больше всего их ДТП произошло возле детских образовательных учреждений (школа, детский сад).

В заключение можно сказать, что с каждым годом ДТП, в которых участвовали дети-пешеходы, становится меньше, что свидетельствует о правильной работе по предупреждению детского травматизма. Однако если проверить места совершения таких ДТП можно сказать о недостаточном оборудовании нерегулируемых пешеходных переходов возле детских учреждений, что в свою очередь может привести к плохим последствиям в связи. Также стоит уделать больше времени на разговоры с детьми как дома, так и вне его (школа, детские сады), чтобы максимально минимизировать ДТП.

Библиографический список

1. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/
2. ГОСТ Р 52289-2019 «Технические средства организации дорожного движения» – [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

УДК: 656.073.5

МОЛОДЦОВ И.М., БЕРДНИКОВ Л.А., КОРЧАЖКИН М.Г., КОЛЕСОВ М.И.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ЛЕСНЫХ ДОРОГ ПОСЛЕ ОЧИСТКИ ЛЕСОСЕКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Наша страна богата различными ресурсами: нефтью, газом, драгоценными ископаемыми. Но одним из важнейших ресурсов, необходимых для жизнедеятельности человека в любом уголке Земли является древесина. На территории России действуют свыше пяти тысяч компаний, занимающихся вырубкой леса разных пород в разных частях страны. Для того чтобы добраться до делянки прокладывается или используется существующая дорога. Однако после завершения мероприятий по вырубке и дальнейшей очистке лесосек, мало кто уделяет внимание восстановлению лесных дорог. Регулярное движение гружёных лесовозов и спецтехники оставляют после себя глубокие колеи и рыхлый грунт. С приходом дождей или

сезонных погодных изменений (так называемой распутицы) эти места становятся непроходимыми, начинают осыпаться и разрушать экосистему леса.

Но на практике после проведения работ по вырубке леса вопрос по восстановлению дорожного полотна превращается в судебные разбирательства между арендодателем и подрядчиком или на восстановление и состояние дорожного полотна не вообще уделяется никакого внимания с обеих сторон. Дело в том, что основной документ, содержащий правила пользования лесосеками (Статья 50.4 ЛК РФ) не даёт развернутой информации о правилах проведения заключительных работ на делянке. Эта информация содержится в Приложении №1 и Приложении №4 к приказу Минприроды России от 17.01.2022 г. №23 «Об утверждении видов лесосечных работ, порядка и последовательности их выполнения, формы технологической карты лесосечных работ, формы акта заключительного осмотра лесосеки». В нем говорится, что арендатор лесосеки обязан поддерживать лесные дороги в надлежащем состоянии, а контроль осуществлять органы государственной власти, а в частности органы местного самоуправления. Однако об этом документе, в виду некомпетентности договаривающихся сторон, зачастую забывают или не знают вовсе.

Если подрядчик знает о необходимости восстановления дорожного полотна, возникает вопрос о качестве восстановленной им дороги. Так как восстановление дороги является для арендатора лишней тратой средств, зачастую неровности дороги засыпаются местным грунтом или привозным песком. Такой вариант имеет место быть, если дорога до делянки больше не будет использоваться, т.к. при дальнейшей эксплуатации велика вероятность повторного разрушения полотна. Также данный метод ремонта не подойдет для болотистых местностей.

Оптимальным вариантом при длительном использовании или неблагоприятном расположении дороги будет выравнивание дорожного полотна и создание так называемой лежневой дороги. Она представляет собой деревянный настил из поперечных лежней, уложенных на продольные. Диаметр лежней — в среднем 14−20 см, длина — 6−8,5 м. По краям дороги к лежням с помощью проволочной скрутки крепятся прижимные бревна. Для верхнего покрытия дороги используется дренирующий грунт. Он хорошо впитывает влагу и отводит воду, которая накапливается в верхней части почвы.

УДК 629.331

МОЛОДЦОВ И.М., АРХИПОВ А.Н., КОЛЕСОВ В.М., КОРЧАЖКИН М.Г.

ИННОВАЦИОННЫЙ СПОСОБ КОНТРОЛЯ НАГРУЗКИ НА ОСЯХ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИЙ N2 И N3

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Любая компания по перевозке грузов хочет получить большую прибыль за наименьшее время и с минимальными затратами. Поэтому большое количество недобросовестных грузоперевозчиков и водителей намеренно перегружают свои грузовики. И их можно понять: количество ездок сокращается, соответственно меньше амортизация автомобилей, зарплата водителям, расходы на топливо. Для водителя также находятся плюсы, ведь подрядчик не редко даёт неплохую прибавку за ездку с перегрузом.

Однако перегруз создаёт массу проблем: изнашиваются детали автомобиля, снижается срок службы дорожного покрытия, значительно увеличиваются риски возникновения опасной ситуации на дороге или ДТП.

Современные тягачи оборудованы множеством систем, помогающих водителю в управлении и обеспечении безопасности дорожного движения. Многие из них оборудованы пневматической системой тормозов [1]. Одной из составляющих этой системы является

энергоаккумулятор – устройство, которое помогает сохранить энергетический импульс и в случае неисправности приведёт к надежному срабатыванию тормозной системы. Принцип работы энергоаккумулятора следующий: в подпоршневом пространстве тормозной камеры находится сжатый воздух, который удерживает пружину. Когда водитель в кабине дергает за кран ручника или возникает неисправность в тормозной системе, воздух выпускается, пружина через поршень и толкатель давит на шток тормозов, что позволяет затормозить.

Идея в том, чтобы связать стояночную тормозную систему с энергоаккумулятором и систему датчиков, замеряющих вес, приходящий на оси грузового автомобиля. Датчики могут определять вес через давление в пневмоподушках, которые установлены в подвеске автомобиля. Как только давление в подушках превысит предельно допустимое, стояночная тормозная система должна перейти в аварийный режим и не разжимать колодки до устранения перегруза. Важно отметить, что блок управления датчиками должен понимать движется автомобиль или нет. При движении (в случае, смещения груза и появлении перегруза) датчик должен дать информацию на приборную панель и не блокировать колёса.

Это простое действие не позволит перегружать автомобили на стадии погрузки, и сведёт возможность движения с перегрузом к минимуму.

Предельно допустимая нагрузка на оси жестко нормирована и описана в Приложении №3 Постановления Правительства РФ от 21 декабря 2020 г. № 2200 «Об утверждении правил перевозок грузов автомобильным транспортом» [2], поэтому можно вычислить, какое давление в пневмоподушках будет соответствовать предельно допустимой нагрузке и откалибровать датчики.

Не стоит забывать, что пневмоподушки разных производителей расчитаны на разное давление, да и вес прицепов у вех разный, поэтому под каждый прицеп нужно построить график зависимости давления в пневмоподушках от нагрузки на оси. Для примера представлен график для одного из прицепов Volvo (Рис. 1).

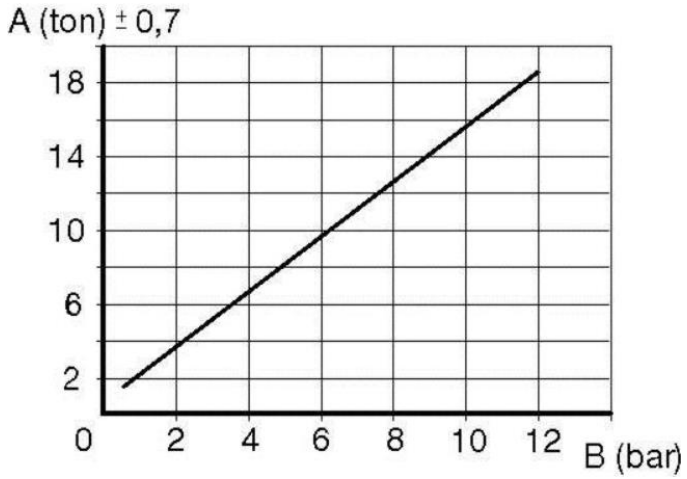


Рис. 1. Зависимость нагрузки на осях грузового автомобиля Volvo от давления в пневмоподушках

Например, при предельно допустимой нагрузке на одиночную ось в 10,5 т давление в пневмоподушке будет составлять около 6,25 bar, а это значит, что при давлении, условно, в 6,5 bar сработает энергоаккумулятор.

Данный способ позволит значительно снизить количество перегруженных грузовиков, а значит – повысить безопасность на дорогах общего пользования.

Библиографический список

1. Системы и компоненты транспортных средств // WABCO: техническая докумнтация к тормозной системе. URL:

https://gruzavto.ru/files/files/katalogi_postov/wabco/wb_sistemy_i_komponenty_ts_ch1.pdf
2. Постановление правительства РФ от 21 декабря 2020 г. № 2200 «Об утверждении правил перевозок грузов автомобильным транспортом» // КонтурНорматив. URL: https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=441814
3. Скажи НЕТ перегрузу… // DRIVE2. URL: https://www.drive2.ru/l/467430156709921240/

УДК 62-235

ПИВИН Д.И., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С., ЖДЫРЕВА А.В., КЕЧЕМАЙКИН В.А.
НАУМОВ А.В.

ДИАГНОСТИКА И РЕМОНТ СЦЕПЛЕНИЯ НА ПРИМЕРЕ АВТОМОБИЛЯ LADA VESTA

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Сцепление представляет собой элемент трансмиссии, передающий под действием сил трения крутящий момент от двигателя на трансмиссию и имеющий устройство для кратковременного их разъединения. Сцепление обеспечивает плавное трогание автомобиля, безударное переключение передач, предотвращает воздействие на трансмиссию больших динамических нагрузок, возникающих при резком изменении частоты вращения коленчатого вала двигателя или ведущих колес автомобиля. Крутящий момент двигателя в сцеплении не преобразуется, а при проскальзывании сцепления происходят потери энергии двигателя.

На автомобиле LADA Vesta установлено однодисковое сцепление сухого типа с центральной нажимной пружиной

Сцепление состоит из ведомого диска и нажимного диска в сборе. Нажимной диск в сборе представляет собой стальной кожух, в который установлен диск. Со стороны кожуха диск поджимает нажимная пружина диафрагменного типа. Корзина сцепления прикреплена шестью болтами к маховику. Между нажимным диском и маховиком установлен ведомый диск. К двум сторонам ведомого диска прикреплены фрикционные накладки. Для гашения крутильных колебаний в момент включения сцепления в ведомый диск встроен демпфер с цилиндрическими пружинами. Ступица ведомого диска входит в шлицевое зацепление с первичным валом коробки передач.

Диагностика неисправностей сцепления Лада Веста

Диагностика сцепления начинается с визуального осмотра и проверки уровня тормозной жидкости в бачке привода. Далее проверяется свободный ход педали сцепления и работоспособность гидропривода.

Проведение испытаний и анализ результатов

Для проведения испытаний необходимо собрать сцепление из новых или отремонтированных деталей. Затем сцепление устанавливается на автомобиль и производится его обкатка. В процессе обкатки проверяются рабочие характеристики сцепления, такие как плавность включения и выключения, отсутствие рывков и пробуксовок. После обкатки производится демонтаж сцепления и его осмотр на предмет износа и повреждений.

Также можно провести испытания на стенде с последующей обработкой полученных данных. Кроме того, можно использовать компьютерное моделирование для прогнозирования поведения сцепления в различных условиях эксплуатации.

Примером испытания на стенде может быть тест на износ сцепления. В этом тесте сцепление подвергается циклическому воздействию, имитирующему реальные условия экс-

плуатации, и измеряется износ накладок ведомого диска. Другой пример - тест на измерение коэффициента трения между дисками сцепления. В этом тесте измеряется сила, необходимая для перемещения одного диска относительно другого, и на основе этих данных рассчитывается коэффициент трения.

Сцепление автомобиля является сложным и ответственным узлом, требующим периодической диагностики и ремонта. Своевременная диагностика и ремонт сцепления позволяют продлить срок службы этого узла, а также обеспечить безопасность и комфорт при эксплуатации автомобиля.

Если возможно, то лучше использовать новое сцепление, так как оно имеет больший ресурс и надежность по сравнению с отремонтированным. Однако, если новое сцепление недоступно или слишком дорого, то отремонтированное сцепление может быть хорошим вариантом, особенно если ремонт был выполнен квалифицированным специалистом.

Библиографический список

1. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, утвержденные Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984. [Электронный ресурс] – https://legalacts.ru/doc/polozhenie-o-tekhnicheskomobsluzhivanii-i-remonte-podvizhnogo/
2. Сервисная книжка автомобиля LADA Vesta [Текст] – Тольятти, 2018 – 49 с.
3. Князев. Ю.В Трансмиссия LADA Vesta [Текст] – снятие/установка, разборка/сборка основных узлов и деталей – Тольятти, 2015 – 67 с.
4. Сборник технологических инструкций LADA Vesta [Текст] – Тольятти, 2015 – 643 с.
5. Семейство Vesta – Официальный сайт LADA [Электронный ресурс] // URL: https://www.lada.ru/cars/vesta
6. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта, утвержденные Минавтотрансом РСФСР 20.09.1984.
7. ГОСТ 3.1109-82. Единая система технологической документации (ЕСТД). Термины и определения основных понятий.
8. ГОСТ Р 51303-2013. Национальный стандарт Российской Федерации. Торговля. Термины и определения (утвержден приказом Росстандарта от 28.08.2013 № 582-ст).
9. Государственный стандарт РФ ГОСТ Р 51709-2001. Автотранспортные средства. Требования безопасности к техническому состоянию и методы проверки.

УДК 621

ОВЧИННИКОВ А.К.

ПЕРЕВОЗКА ЛЮДЕЙ НА РЕГУЛЯРНЫХ ГОРОДСКИХ АВТОБУСНЫХ МАРШРУТАХ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Городской автобусный транспорт играет важную роль в обеспечении мобильности населения и связи различных районов города. Расширение городских автобусных маршрутов и повышение качества предоставляемых услуг остаются приоритетными задачами для улучшения общественного транспорта и снижения автомобильной зависимости. В данном реферате будет рассмотрено значение регулярных городских автобусных маршрутов для перевозки людей.

Особенности городских автобусов

Городские автобусы представляют собой один из наиболее доступных и широко используемых видов общественного транспорта. Они обеспечивают возможность перевозки большого количества пассажиров по различным направлениям города, а также служат как важное звено в цепи мультимодальной транспортной системы. Автобусы выполняют роль пересадочных точек, облегчая перемещение пассажиров между различными видами транспорта.

Значение регулярных городских автобусных маршрутов

Регулярные городские автобусные маршруты играют ключевую роль в обеспечении доступности общественного транспорта для населения. Они позволяют жителям города добираться до работы, учебы, медицинских учреждений, торговых центров и других мест публичного интереса. Благодаря широкой сети маршрутов и регулярному графику движения, автобусы обеспечивают удобство и надежность транспортного сообщения.

Преимущества городских автобусов

Один из основных плюсов городских автобусов – экономичность. Они позволяют сократить количество личных автомобилей на дорогах, что способствует улучшению экологической обстановки в городе и снижению транспортных пробок. Кроме того, автобусы обеспечивают равный доступ к транспорту для всех групп населения, вне зависимости от возможности владения личным автомобилем.

Актуальные проблемы и перспективы развития

Тем не менее, существуют и проблемы, связанные с городскими автобусами, такие как задержки в расписании, перегруженность в часы пик, комфорт и безопасность пассажиров. Для улучшения ситуации необходимо внедрять новые технологии и подходы, такие как системы электронных билетов, мониторинг движения автобусов, обновление парка транспортных средств на более экологичные модели.

Развитие городского автобусного транспорта направлено на повышение качества услуг, увеличение пассажиропотока и снижение вредного воздействия на окружающую среду. Только с участием всех заинтересованных сторон – властей, операторов, пассажиров – можно достичь максимальной эффективности и устойчивости городских автобусных маршрутов.

Таким образом, городские автобусы являются важным средством общественного транспорта, обеспечивающим мобильность и доступность для населения. Регулярные городские автобусные маршруты играют ключевую роль в улучшении транспортной инфраструктуры города, сокращении автомобильного трафика и содействии в решении экологических проблем. Оптимизация работы городских автобусов и их интеграция в общую мультимодальную сеть являются важными шагами на пути к совершенствованию общественного транспорта и созданию комфортной городской среды для всех жителей.

Библиографический список

1. sber.ru/gigachat
2. Федеральный закон «Об организации регулярных перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом» от 13.07.2015 № 220-ФЗ
3. Постановление Правительства РФ от 14.02.2009 № 112 «Об утверждении Правил перевозок пассажиров и багажа автомобильным транспортом и городским наземным электрическим транспортом».

УДК 629.331

ОТУРИН А.С. ЧИЧАЕВ Г.А.

АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ АВАРИЙНО-ОПАСНОГО ПЕРЕКРЁСТКА «УЛ. КРАСНОДОНЦЕВ – УЛ. СОВЕТСКОЙ АРМИИ»

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В процессе исследования были получены следующие исходные для анализа данные:

1. Интенсивность движения транспортных средств на 12 направлениях.
2. Приведённая интенсивность движения т/с на 12 направлениях. (Рис.1.1)
3. Интенсивность пешеходного движения на 8 направлениях. (Рис.1.2)
4. Геометрические характеристики перекрёстка, отражённые в его модели. (Рис.1.3)
5. Время всех фаз каждого светофора на перекрёстке. (Рис.1.4)
6. Видео и фотоматериалы, на основании которых были получены вышеуказанные данные.

Анализ исходных данных приводит к следующим выводам:

1. На направлениях движения транспортных средств №2 и №8 наблюдается незначительная перегрузка. (Рис. 1.1)
2. На пешеходных направлениях движения перегрузок не зафиксировано. (Рис.1.2)
3. Расстановка технических средств обеспечения дорожного регулирования соответствует всем необходимым стандартам. (ГОСТ Р 52289-2019)
4. Ассиметричная форма перекрёстка способствует совершению водителями опасных манёвров по кривой траектории движения.
5. Периодические нарушения ПДД со стороны пешеходов в виде пересечения пешеходного перехода на красный сигнал соответствующего светофора.

Разработаны меры повышения общей безопасности перекрёстка:

1. Внедрение «зелёной волны» для пешеходов.
2. Перепланировка перекрёстка, создание симметрии. (Рис.2.1)

Ожидаемые результаты внедрения данных мер:

1. Единая зелёная фаза для перехода перекрёстка позволит пересекать его в том числе по диагонали, что устранит необходимость в ожидании пешеходом следующего зелёного сигнала светофора для перехода поперечной улицы.
2. Симметрия на перекрёстке позволит избежать кривых траекторий движения, что снизит количество опасных манёвров и в перспективе увеличит пропускную способность перекрёстка ввиду снижения заторов, происходящих вследствие совершения водителями транспортных средств опасных манёвров.

	Направление 1		Направление 2		Направление 3		Направление 4	
Показатели	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Nпр	17	16	701,3	538,5	44	92	116,7	78,1
Рпп	909	909			909	909	909	909
Рмп			864	864				
Z	0,018702	0,017602	0,81169	0,623264	0,048405	0,10121	0,128383	0,085919
Zобщ	0,018		0,717		0,075		0,107	

	Направление 5		Направление 6		Направление 7		Направление 8	
Показатели	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Nпр	42,6	32,4	150	136,6	163,8	136	643	511,4
Рпп	909	909	909	909	909	909		
Рмп							864	864
Z	0,046865	0,035644	0,165017	0,150275	0,180198	0,149615	0,744213	0,591898
Zобщ	0,041		0,158		0,165		0,668	

	Направление 9		Направление 10		Направление 11		Направление 12	
Показатели	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Nпр	3,5	8	9,8	28,4	52,8	20	26,6	35,5
Рпп	909	909	909	909	909	909	909	909
Рмп								
Z	0,00385	0,008801	0,010781	0,031243	0,058086	0,022002	0,029263	0,039054
Zобщ	0,006		0,021		0,040		0,034	

Рис.1.Приведённая интенсивность движения т/с

	Направление 1			Направление 2			Направление 3			Направление 4		
	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог
Кол-во пеш.	82	97	179	60	102	162	94	85	179	21	46	67

	Направление 5			Направление 6			Направление 7			Направление 8		
	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог
Кол-во пеш.	57	55	112	30	102	132	89	85	174	98	81	179

	На перекрёстке за 1ч.		
	Утро	Вечер	Итог
Кол-во пеш.	531	653	1184

Рис.2. Интенсивность пешеходного движения

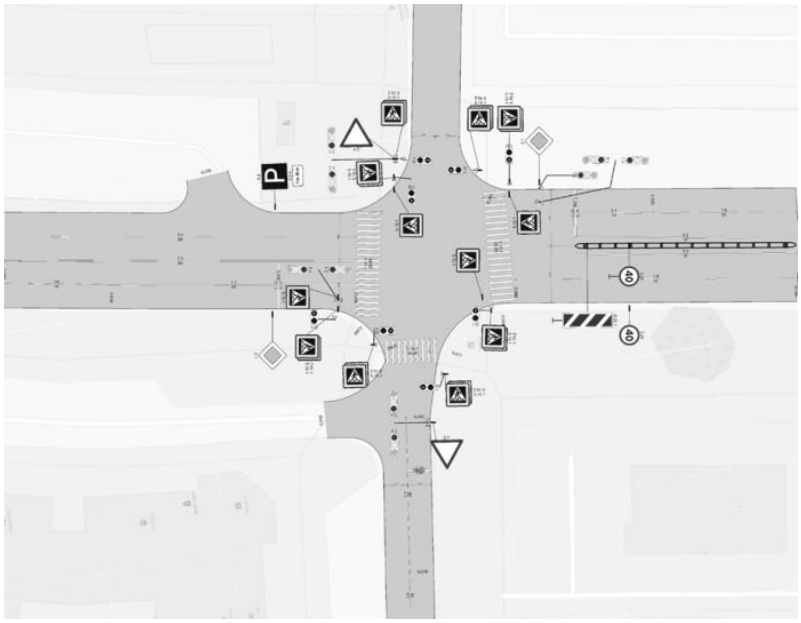


Рис.3. Модель перекрёстка ул. Краснодонцев – ул. Советской армии

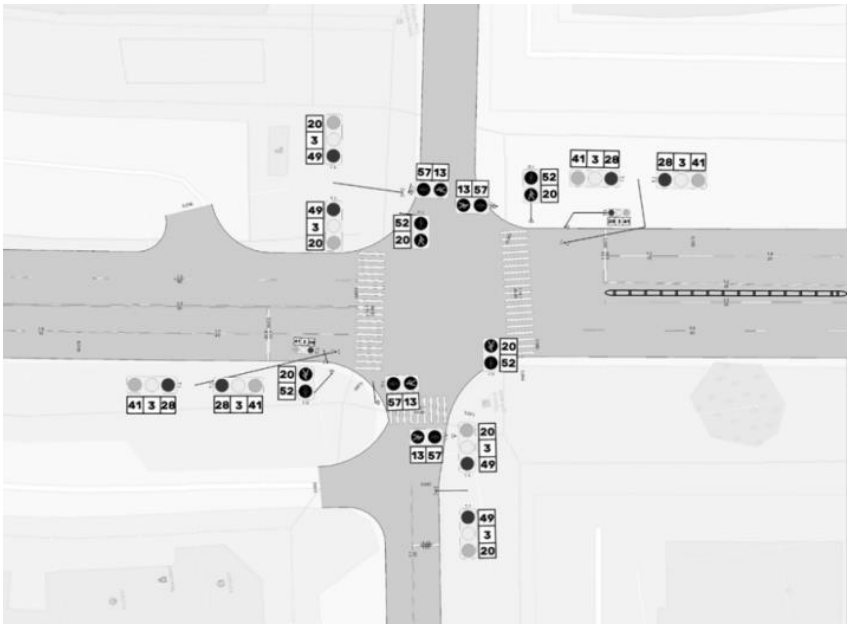


Рис. 4. Фазы светофоров на перекрёстке ул. Краснодонцев – ул. Советской армии

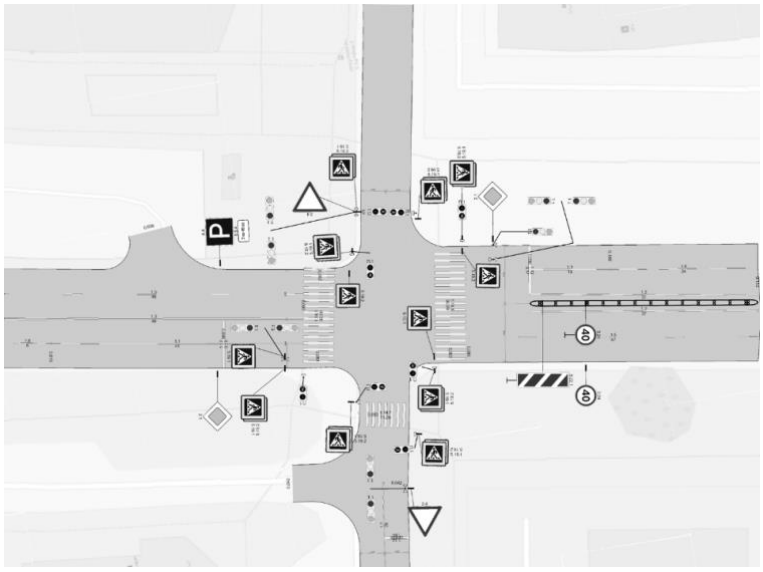


Рис. 5. Модель перепланировки перекрёстка ул. Краснодонцев – ул. Советской армии

Библиографический список

1. «Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» ГОСТ Р 52289-2019
2. «Дороги автомобильные общего пользования. Методы учёта интенсивности движения транспортных средств» ГОСТ 32965-2014

УДК 629.331

ПЕТРОВ А.А., КУСТИКОВ А.Д.

АНАЛИЗ ДЕФЕКТОВ ЛКП КУЗОВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В МЕСТАХ ПРИМЫКАНИЯ КРЫШКИ БАГАЖНИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Характерными дефектами лакокрасочного покрытия (ЛКП) кузовов автомобилей, изготавливаемых по современными технологиям (рис 1), являются повреждения мест примыканий крышки багажника. Дефекты в виде потертостей концентрируются на месте прилегания уплотнителя багажной двери.

Со временем на окрашенной поверхности появляются маленькие пятна по всей длине примыкания задней двери и прилегающих к ней поверхностей, в особенности это видно на заднем бампере или если брать серию BMW x5 (в 4 поколении (G05)) и также встречается на BMW X6(в 1 поколении (G06)) в связи со скоплением грязи между уплотнителем багажника и примыкающих к ней деталям кузова.

Целью данного исследования является анализ причин повреждений ЛКП и разработка мероприятий, упреждающих дефекты кузовных деталей, а также направленных на снижение затрат производителей и автовладельцев на гарантийный ремонт и эксплуатацию.

Разрушение ЛКП зачастую является поводом для претензии клиентов дилерских центров на качество автомобилей. При этом в отличие от транспортных компаний частные автовладельцы могут пренебрегать ежедневным обслуживанием, в том числе защищая ЛКП путём закрашивания каплями краски в повреждённых местах.

Дилерскими центрами BMW накоплена статистика по потертостям в местах примыкания багажной двери у BMW X5 G05 и X6 G06.

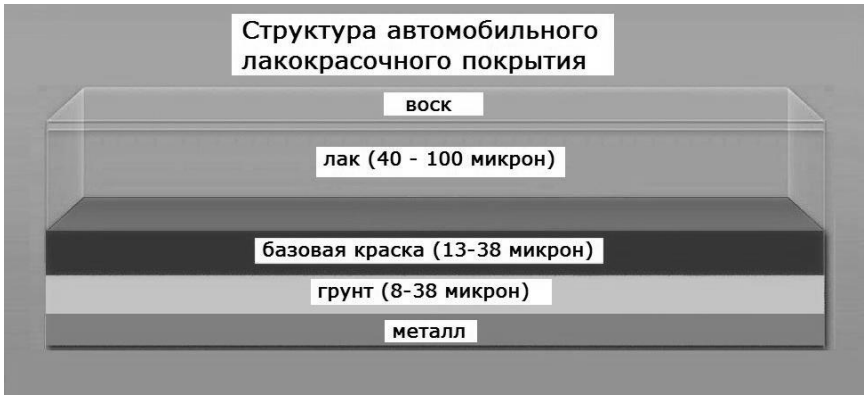


Рис. 1. Структура лакокрасочного покрытия

Владельцы обращаются в автосервис с жалобой на посторонние звуки в задней части автомобиля, такие как скрип. Данная проблема появляется вследствие того, что между уплотнителем багажника и примыкающих к ней элементами кузова скапливается пыль, грязь и другие загрязнения, которые натирают ЛКП тем самым стирая как защитный слой (лак), так и базовую краску и со временем грунт, защищающий ЛКП от коррозии. По статистике обращений дефект проявляется на автомобилях BMW X5(G05) и X6(G06) при пробеге от 40000 км. и выше, при этом на больших пробегах более глубокие повреждения можно наблюдать на ЛКП.

Наиболее распространенными примерами потертостей на местах примыкания уплотнителя багажника на автомобилях BMW X5 и BMW X6 (рис. 2) являются повреждения ЛКП. Данные дефекты могут выглядеть по-разному в зависимости от срока эксплуатации.

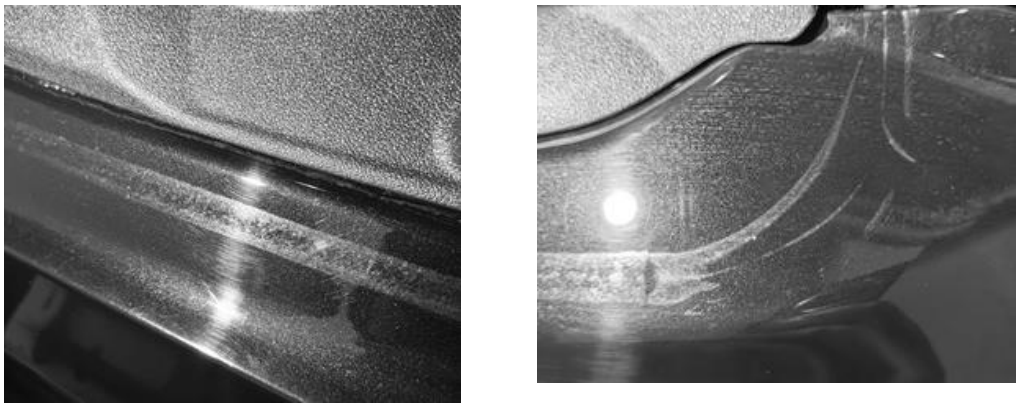


Рис. 2. Дефекты лакокрасочного покрытия в проеме багажника

Одной из причин образования дефектов является нарушение регулировки замков двери багажника, которые можно отрегулировать для того, чтобы избежать как посторонних звуков в виде скипов, так и потертостей на местах примыкания багажной двери (рис. 3).

При нарушении регулировки замка багажной двери между уплотнителем и примыкающими к ней элементами кузова скапливается пыль, грязь и другие загрязнения, которые натирают ЛКП, тем самым стирая как защитный слой (лак), так и базовую краску и со временем грунт, защищающий элементы кузова от коррозии.

По данным об обращениях с дефектами ЛКП определено, что на BMW X5 при пробеге от 20000 км начинает стираться защитный лак, к пробегу 50000 км – начинает стираться краска, при пробеге 70000 км и более начинает стираться грунт. На BMW X6 от на пробеге от 60000 км начинает протираться защитный лак, при 90000 км начинает стираться краска, при пробеге более 100000 км начинает стираться грунт.



Рис. 3. Замок двери багажника и дефект покрытия

Замки багажника провисают из-за износа или повреждения уплотнителей, которые обеспечивают мягкое закрытие багажника. Со временем уплотнители теряют свою эластичность и упругость, что приводит к ухудшению работы замка и его провисанию, от чего появляется неприятный скрип и более плотное соприкосновения багажной двери с примыкающими частями. Также провисание замков может быть вызвано неправильной регулировкой или повреждением крепежных болтов, которые держат замок на месте.

Наличие таких дефектов на новых автомобилях зачастую является основанием для возврата продавцу. При этом замедлить процесс разрушения ЛКП автомобилей можно несколькими путями:

1. Защитная пленка. Ей можно покрыть, как и весь автомобиль, что хорошо скажется на сохранении ЛКП и защитит его от сколов и внешне окружающих повреждениях, так и защитит от дефекта, который мы рассматривали выше. Метод достаточно универсальный и как показывает опыт многие так и делаю, покрывая или весь авто защитной пленкой, или места примыкания багажной двери.
2. Более частая двухфазная, мойка автомобиля позволит отложить проявление дефектов.
3. Регулировка замков багажника, дабы уменьшить силу примыкания.

Определение периодичности операции по регулировке замков багажной двери является задачей следующих исследований.

УДК 62-235

ПЛАКСИН А.С., БЕРДНИКОВ Л.А. РОЧЕВ Л.С. А., ЖДЫРЕВА А.В., КЕЧЕМАЙКИН В.А.

УВЕЛИЧЕНИЕ СРОКА ЭКСПЛУАТАЦИИ ШАРНИРОВ РАВНЫХ УГЛОВЫХ СКОРОСТЕЙ КАМАЗ-65111

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Шарниры равных угловых скоростей применяются для передачи крутящего момента от дифференциала на ведущие управляемые колеса. При соединении валов шарнирами

равных угловых скоростей ведомый вал вращается равномерно с постоянной угловой скоростью, соответствующей угловой скорости ведущего вала.

На автомобиле КамАЗ 65111 установлен кулачковый шарнир. КПД кулачковых шарниров ниже, чем КПД других шарниров равных угловых скоростей, так как для их элементов характерно трение скольжения. В эксплуатации наблюдается значительный нагрев, а иногда и задиры деталей шарнира в результате неудовлетворительного подвода смазочного материала к поверхности трения. Кулачковые шарниры отличаются простотой конструкции и способностью передавать крутящий момент до 30 кНм вследствие наличия развитых передающих поверхностей.

При длительной эксплуатации автомобиля в тяжелых дорожных условиях регулировочные болты ограничения угла поворота колес деформируются, что приводит к увеличению угла, в результате чего шарнир равных угловых скоростей работает под большим углом, что может привести к разрушению данного узла. Также возможно разрушения сальника поворотного кулака, с последующим попаданием влаги в корпус поворотного кулака, что также может вызвать коррозию и разрушение шарнира.

Чтобы продлить срок службы шарнир равных угловых скоростей необходимо соблюдать следующие правила:

1. При регулировки схождения на ТО-2 проверять и регулировать угол поворота колес, который должен составлять 30^{o} согласно рекомендация завода изготовителя, а также осуществлять проверку регулировочных болтов. При необходимости заменить.

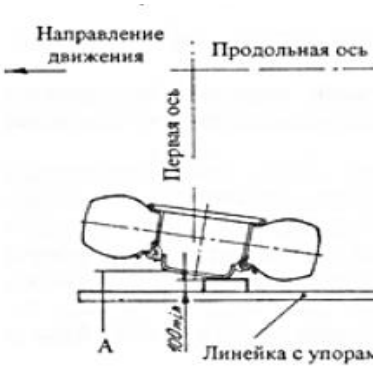


Рис.1

2. При ЕО необходимо проверять состояние сальников поворотных кулаков на предмет течей и разрушение сальника. При необходимости заменить.
3. При ТО-2 необходимо осуществлять очистку предохранительных клапанов, расположенных в верхней части поворотных кулаков.
4. При максимальном угле поворота и включенном переднем мосте, не рекомендуется осуществлять движение рывками или резким увеличением скорости, что может привести к обрыву одного из шарниров.

При проведении работ по улучшению эксплуатационных свойств шарнира равных угловых скоростей мы делаем вывод, что все показатели зависят от технического обслуживания, установленного заводом изготовителем, от квалификации водителя, управляющего транспортным средством. При соблюдении выше указанных рекомендаций увеличивается ресурс шарнира равных угловых скоростей КамАЗ-65111.

Библиографический список

1. Передерий В.П. «Устройство автомобиля». Издательство «Форум» 2008 г.
2. Валеев Д.Х. Руководство по эксплуатации, устройство, техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей: КамАЗ-5320, 53202, 53205, 5410, 55102, 5511, 55111,

53211, 53512, 53213, 53112, 4310, 43101, 43105, 43106, 43114, 43118, 43253, 65111, 53228, 44108, 43115, 65115, 6540, 53229, 4326, 53512, 54115. Издательство ОАО «КАМАЗ» 2003 г.
3. Васина В.В. Руководство по эксплуатации автомобили: КамАЗ-43101, 43114, 43115, 43118, 4326, 44108. Издательство ОАО «КАМАЗ» 2004 г.
4. https://военная-энциклопедия.рф/военная-техника/статьи-по-устройства-ват/Рулевое-управление

УДК 629.4.027

ПЛАКСИН А.С.,БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С., ЖДЫРЕВА А.В., КЕЧЕМАЙКИН В.А.

УЛУЧШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ ШИН КАМАЗ-65111

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Пневматические шины являются одним из основных элементов ходовой части транспортного средства.

В процессе эксплуатации пневматические шины обеспечивают сцепление колес с дорогой, передачу тяговых и тормозных сил, смягчение возникающих при движении автомобиля толчков, ударов, вибраций, управляемость и безопасность движения, динамичность и плавность хода, проходимость в различных дорожных условиях, а также влияют на расход топлива автомобилем.

Факторы снижающие ресурс пробега шин на грузовом автомобиле являются:

1. Несоблюдения давления воздуха в шинах. Снижения давления на 25% от нормального сокращает срок службы на 35-40%. Расход топлива увеличивается на 1-1,5л на 100 км пробега при снижении давления воздуха в шинах на 1 кгс/см^2.
2. Весовая перегрузка шин. С увеличением нагрузки на шину на 30% по сравнению со стандартной интенсивность износа протектора увеличивается на 15%.
3. Нарушения правил вождения автомобиля. Избегать прохождения крутых поворотов на большой скорости и резкого торможения. Снижать скорость на неровной дороге.
4. Дисбаланс колес.
5. Неисправность ходовой части.

Факторы, которые влияют на увеличение ресурса пробега шин:

1. Проверять давление в шинах при каждом ЕО.
2. Соблюдать нормы грузоподъемности установленные заводом изготовителем.
3. Проводить инструктаж с водителями об особенностях эксплуатации полноприводного автомобиля и ПДД.
4. При каждом ТО-2 проводить перестановку всех колес по схеме, с последующей балансировкой.
5. При каждом ТО-2 проводить регулировку ступичных подшипников, состояние подшипников шкворневых соединений, произвести протяжку резьбовых соединений в ходовой части, отрегулировать схождение управляемых колес, с последующей проверкой рулевых наконечников. Люфт в рулевом механизме должен быть не более 25 градусов.
6. При ЕО необходимо проверять на наличие посторонних предметов между сдвоенных колес.

Расчет до списания шин И-111А автомобиля КамАЗ 65111

$$H_i = \text{Н} * \text{К}_1 * \text{К}_2,$$

Н-среднестатистический пробег шины, тыс.км;

К1-поправочный коэффициент, учитывающий категорию условий эксплуатации автотранспортного средства;

К2- поправочный коэффициент, учитывающий условия работы автотранспортного средства.

3 Норма эксплуатации шин 85000 км (РД 3112199-1085-02)

$$H_i = 85000 * 1 * 0{,}85 = 72250 \text{км}$$

В результате проведенной работы ресурс шин на КамАЗ 65111 можно увеличить соблюдая вышеуказанные рекомендации, которые позволят улучшить эксплуатационные показатели, помогут увеличить пробеги до списания шин, а также достигается экономия топлива. И происходит перенос расхода денежных средств, выделяемых на приобретение новых шин на более поздний период.

Библиографический список

1. РД 3112199-1085-02. Временные нормы эксплуатационного пробега шин автотранспортных средств.
2. Валеев Д.Х. Руководство по эксплуатации, устройство, техническому обслуживанию и текущему ремонту автомобилей: КамАЗ-5320, 53202, 53205, 5410, 55102, 5511, 55111, 53211, 53512, 53213, 53112, 4310, 43101, 43105, 43106, 43114, 43118, 43253, 65111, 53228, 44108, 43115, 65115, 6540, 53229, 4326, 53512, 54115. Издательство ОАО «КАМАЗ» 2003 г.
3. Нефедьева С.И. Руководство по эксплуатации автомобилей КамАЗ- 43253, 43255, 65115, 65117, 6540. Издательство ОАО «КАМАЗ» 2014 г.
4. Тарновский В.Н., Гудков В.А., Третьяков О.Б. Автомобильные шины: Устройство, работа, эксплуатация, ремонт. Издательство Москва-Транспорт 1990 г.

УДК 4.2

ПОМЕЛОВ Ф. П., БЕРДНИКОВ Л.А.

ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫЕ ДЛЯ ПЕРЕВОЗКИ ХЛЕБА И ХЛЕБОБУЛОЧНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Транспортные средства, предназначенные для перевозки хлеба и хлебобулочных изделий, должны соответствовать санитарно-гигиеническим требованиям, приведенным в СанПиН 2.3.4.545-96.

Используется специализированный подвижной состав, применение которого для доставки других видов продукции недопустимо. Транспортные средства только крытые, оборудованными лотками (для предотвращения деформирования хлеба), кузова - обеспечивающие защиту от загрязнения и замерзания.

Применяемые фургоны называют хлебовозами. Их кузова разделены вертикальными перегородками на 5-10 секций, в которых и устанавливаются направляющие угольники для удержания лотков. Лоток, может быть, одного из следующих стандартных размеров: 620х740 и 450х740 мм. Вместо лотков внутри кузова могут устраиваться специальные полки. Перевозка хлеба и хлебобулочных изделий может выполняться автопоездами со сменными кузовами, прицепами и полуприцепами, которые отцепляются у магазинов. Для доставки хлеба, пирожных, пирожков, мелкоштучных хлебобулочных изделий на лотках используются автомобили-фургоны малой и средней грузоподъемности, например, купава" КГ300Х-02 на шасси ГАЗ 3302.

В исключительных случаях с разрешения местных органов санитарного надзора и торговли для транспортировки хлеба и хлебобулочных изделий применяется неспециализи-

рованный подвижной состав при условии укладки изделий в ящики, лотки или корзины и покрытием чистым покрывалом, а затем брезентом. Доставка хлеба и хлебобулочных изделий другими типами транспортных средств допускается по согласованию отправителя и получателя и при соблюдении санитарных требований. Автомобили, тара должны содержаться в чистоте, регулярно осматриваться и очищаться перед погрузкой и укладкой хлеба и хлебобулочных изделий. Они регулярно подвергаются санитарной обработке в соответствии с установленными правилами.

Дезинфекция состоит из последовательно выполняемых процедур:

1. Механической очистки автомобиля – всех частей ТС с уборкой мусора в салоне, грузовом отсеке.
2. Наружной дезактивации – моется кузов транспорта с ручной или механизированной организацией процесса щелочным раствором или мыльной водой, подогретой до температуры не более 40 °С.
3. Внутренней мойки – также выполняют вручную или механизированным способом с нагнетанием воды при давлении до полутора атмосфер. Моют подготовленным раствором при температуре, близкой к кипятку (до 70 °С). После обработки дезактивационным средством поверхности тщательно ополаскивают.
4. Обеззараживания – обработки дезинфицирующим раствором с кислородом, активным хлором, катионными и другими элементами, входящими в число препаратов, разрешенных российским Минздравом.
5. Промывки и просушки – остатки дезинфицирующего средства смывают чистой водой, транспорт просушивают.

Транспорт, предназначенные для перевозки хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий, тортов должен иметь письменное заключение госсанэпиднадзора о пригодности для укладки хлеба и хлебобулочных изделий или санитарный паспорт.

При перевозке хлеба и хлебобулочных изделий учитывается их специфические условия погрузки-разгрузки, хранения и транспортировки. Так, отправка в адрес магазина (торговой точки) должна состояться не ранее 1 часа и не позднее 14 часов после выпечки (в зависимости от сорта изделия). Срок между выпечкой и отправкой называется выдержкой и должно составлять:

-для хлеба из ржаной или обойной, пшеничной обойной, ржано-пшеничной, пшенично-ржаной и ржаной обдирной муки 1-14 часов;
-для хлебобулочных изделий весом более 200 грамм из ржаной сеяной, сортовой пшеничной, смеси пшеничной и ражаной сортовой муки 1-10 часов;
-мелкоштучные изделия весом до 200 грамм (в том числе бублики) - до 6 часов;
-национальные сорта - по договорённости сторон.

Все эти средства помогают обеспечить правильную транспортировку хлебобулочных изделий до конечного потребителя.

Библиографический список

1. Бердников Л. А. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: комплекс учебно-методических материалов/ Бердников Л. А. [и др.]. – Р. Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2009 – 150с.
2. СанПиН 2.3.4.545-96 “Производство хлеба, хлебобулочных и кондитерских изделий”.
3. СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов».

УДК 621.431.73

ПРУЦКОВ И.Н.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ РАБОТЫ МОТОРНОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В период 03.02-12.05.2023 были проведены эксплуатационные испытания моторного масла ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ М5 SAE 10W-40 в двигателе а/м MAN TGX 18.480. Цель испытаний состояла в оценке эффективности его применения в эксплуатационных условиях с интервалом замены 60 000 км путем мониторинга динамики физико-химических показателей и накопления продуктов износа и загрязнений.

Для реализации цели испытаний были проведены следующие мероприятия:

- проведение регламентного ТО двигателя а/м MAN TGX 18.480 с заливкой масла ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ М5 10W-40;
- наблюдение за работой подконтрольной машины;
- отбор проб масла;
- анализ результатов лабораторных испытаний проб;
- составление заключения по результатам испытаний.

Пробы моторного масла направлялись для проведения анализа в независимую лабораторию ООО «МИЦ ГСМ».

При анализе динамики изменения показателей в качестве браковочных норм приняты данные сервисных бюллетеней Cummins 3810340 и 4022060, а также рекомендации ООО «МИЦ ГСМ» (зона «Внимание»).

Для сравнительной оценки эффективности подконтрольного масла на графиках отображены значения соответствующих показателей масла предыдущей заливки.

Интерпретация данных, содержащихся в протоколах, даёт основания сделать следующие выводы:

1. Стабильность вязкостных свойств подконтрольного масла оценивалась по динамике изменения кинематической вязкости при 100ºС. В качестве допустимых значений этого параметра принят диапазон для SAE 40 (min 12.5 сСт, max 16.3 сСт).
   Динамика изменения показателя «Вязкость при 100ºС» имеет типичный для всесезонных моторных масел характер: снижение относительно стартового значения на протяжении всего интервала наработки. Его значение в финальной пробе составило 13.80 сСт. Масло ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ М5 10W-40 сохранило требуемый уровень вязкостных свойств и имеет запас прочности масляной пленки во всём изученном диапазоне наработки. Характер графика подтверждает сохранение требуемых вязкостных свойств подконтрольного масла при наработке 60 000 км с существенным запасом до браковочной границы.
2. Щелочное число характеризует запас моюще-диспергирующих и нейтрализующих свойств масла. В качестве оценочной нормы принят норматив о недопустимости его снижения до уровня текущего значения КЧ.
   Изменение ЩЧ подконтрольного масла характеризуется очень плавным снижением, значения показателя в финальной пробе составило 7.09 мг КОН/г и имеет значительный запас до браковочного предела.
3. Кислотное число является показателем степени окисления масла, а его динамика характеризует запас его антиокислительных свойств. При анализе динамики изменения КЧ в качестве браковочной нормы принята рекомендация о максимально допустимом

значении этого параметра: повышение относительно показателя свежего масла не более чем на 2,5 мг КОН/г.

Динамика показателя КЧ демонстрирует плавный рост до значения 4.37 мг КОН/г, сохраняя запас до браковочной границы, которая для подконтрольного масла составляет 5.29 мг КОН/г.

При наработке 60 000 км масло ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ M5 10W-40 сохранило значительный запас моюще-диспергирующих и антиокислительных свойств.

4. Эффективная защищенность двигателей от попадания внешних загрязнений является определяющим фактором интенсивности износа пар трения и скорости деградации масла.

   В качестве предельных норм концентрации элементов загрязнений приняты:

   - Топливо - 1,5% и выше
   - Сажа - 1,4% и выше
   - Si (кремний) - повышение относительно показателя свежего масла на 15 ppm и более
   - K (калий) - повышение относительно показателя свежего масла на 20 ppm и более
   - Na (натрий) - повышение относительно показателя свежего масла на 20 ppm и более

   В ходе испытаний не отмечено значительного накопления загрязнений, их концентрации находятся на низком уровне и не приближаются к границам допустимых значений. Это является показателем применения качественных расходных материалов при проведении ТО двигателя, высокой культуры эксплуатации и обслуживания машины.

5. В пробах подконтрольного масла проведено определение концентрации металлов-маркеров износа Fe (железо), Cr (хром), Sn (олово), Al (алюминий), Cu (медь) и Pb (свинец).

Данные образца						
Номер образца				606328	277528	**613953**
Дата отбора				03.02.2023	04.02.2023	**12.05.2023**
Общая наработка узла				401424 км	437815 км	**461572 км**
Наработка смазочного материала				48000.0 км	36391.0 км	**60148.0 км**
Долив масла						
Оценка масла				✓	✓	✓
КИТ 4						
Индикаторы износа						
Железо	Fe		мг/кг	20	10	**12**
Хром	Cr		мг/кг	1	0	**0**
Олово	Sn		мг/кг	2	0	**1**
Алюминий	Al		мг/кг	5	4	**4**
Никель	Ni		мг/кг	0	0	**0**
Медь	Cu		мг/кг	3	2	**3**
Свинец	Pb		мг/кг	0	0	**0**
Молибден	Mo		мг/кг	3	1	**1**
Присадки						
Кальций	Ca		мг/кг	3921	4075	**3892**
Магний	Mg		мг/кг	28	23	**22**
Цинк	Zn		мг/кг	1240	1629	**1902**
Фосфор	P		мг/кг	1129	1329	**1478**
Барий	Ba		мг/кг	0	0	**0**
Бор	B		мг/кг	0	23	**15**
Загрязнение						
Кремний	Si		мг/кг	2	3	**2**
Калий	K		мг/кг	3	2	**2**
Натрий	Na		мг/кг	1	2	**3**
Вода			%	0	0	**0**
Гликоль			%	0	0	**0**
Топливо			%	0.2	0.3	**0.3**
Сажа			%	0.5	0.1	**0.2**
Степень окисления			А/см	13.0	13.0	**13.0**
Степень нитрования			А/см	7.0	6.0	**7.0**
Состояние масла						
Вязкость при 100°C			мм²/с	14.56	13.90	**13.80**
Вязкость при 40°C			мм²/с	93.29	93.39	**92.14**
Индекс вязкости			-	162	152	**152**
Щелочное число TBN (ASTM D 4739)			мг KOH/г	6.3	9.87	**7.09**
Кислотное число TAN			мг KOH/г	2.84	2.91	**4.37**

Динамика накопления металлов-маркеров износа имеет очень плавный характер, уровень их концентрации во всех пробах находится существенно ниже предельных значений, что подтверждает высокие противоизносные

Подконтрольное масло, обеспечило надежную защиту двигателя MAN TGX 18.480 на протяжении всего периода наблюдений. Оценочные показатели не достигли предельных значений и сохранили существенный запас до браковочных границ, остаточный уровень рабочих свойств масла не исчерпан.

Проведённые испытания подтвердили возможность уверенного применения моторного масла ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ М5 10W-40 в двигателях а/м MAN TGX 18.480 в эксплуатационных условиях с межсервисными интервалами 60 000 км.

Библиографический список

1. Кустиков, А.Д. Особенности корректирования периодичности замены трансмиссионного масла городских автобусов при эксплуатации на маршрутах с подъемами / Ясенов В.В. – Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие». - январь 2015. – С.42 – 44.
2. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.

УДК 621.431.73

ПРУЦКОВ И.Н.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ХАРАТЕРИСТИК ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ МОТОРНОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматриваемый автомобиль MAN TGS 33.350 6x4 BB-WW оборудован двигателем D2066LF03. Рассматриваемое масло: ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ М5 10W-40 – всесезонное моторное масло на основе синтетических технологий, разработанное для современных дизельных двигателей, удовлетворяющих требованиям как Euro-4, так и Euro-5 с учетом требований стандартов мировых лидеров производителей двигателей.

Таблица 1. **Спецификации используемого моторного масла**

Наименование	Спецификации
ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ М5 10W-40	API CI-4/SL; ACEA E4/E7; MAN M 3277; MB 228.5; Cummins CES 20078; Caterpillar ECF-2; Mack EO-N; MTU Oil Category 3; Renault VI RLD-2; JASO DH-1; VOLVO VDS-3; Deutz DQC III-18

Метод оптимизации: Оценка эффективности применения моторного масла путем мониторинга его физико-химических показателей, оценки динамики накопления продуктов износа и загрязнений.

Мониторинг рабочего состояния подконтрольного масла проводился в стандартных рабочих условиях эксплуатации парка мусоровозных машин.

Подконтрольные машины обеспечивали сбор, перевозку на полигон и выгрузку ТБО в условиях умеренно континентального климата (при температуре окружающего воздуха от -3 до +33 градусов).

Продолжительность работы масла в двигателе, сопряженное с изменением его свойств и в общем случае определяется такими факторами как:

- конструкция двигателя, уровень его форсирования, техническое состояние;
- качество масла;
- качество топлива;
- конструктивные особенности системы смазки, её ёмкость, кратность циркуляции масла;
- условия эксплуатации – нагрузки на двигатель, температурные режимы систем смазки и охлаждения, попадание в масло топлива, воды, других загрязнений;
- условия технического обслуживания машин, качество применяемых расходных материалов;
- расход масла на угар;
- величина долива масла.

Под влиянием перечисленных факторов в масле происходят процессы деградации, выражающиеся в образовании и накоплении продуктов окисления, продуктов износа, сажи, воды и топлива. В итоге изменяются такие свойства масла, как вязкость, содержание механических примесей, воды, топлива, срабатываются присадки и снижается щелочное число.

Параметры масла, которые контролировались в процессе испытаний, представлены в таблице 2.

Таблица 2. **Контролируемые параметры масла**

Контролируемый параметр	**Процесс, характеризуемый параметром**
1. Кинематическая вязкость при 100°С	Срабатывание загущающих присадок, изменение свойств базовых компонентов масла вследствие накопления продуктов окисления, испарения легких фракций, попадания топлива и прочих внешних загрязнений.
2. Индекс вязкости	
3. Щелочное число (ASTM D 4739)	Эффективность защитных свойств моюще-диспергирующих присадок, нейтрализующие свойства масла. ASTM D 4739 является основным методом при анализе работы полнозольных моторных масел.
4. Кислотное число	Попадание в масло агрессивных загрязнений неорганического и органического происхождения, окисление масла.
5. Содержание воды	Попадание воды в масло.
6. Содержание сажи	Качество сгорания топлива
7. Спектральный анализ на содержание элементов загрязнений: Si (кремний), Na (натрий), K (калий)	Эффективность фильтрации системы подачи воздуха (Si), попадание антифриза в масло (Na, K).
8. Спектральный анализ на содержание металлов-индикаторов износа:	
- Cu (медь), Pb (свинец), S (олово)	Износ подшипников скольжения.
- Fe (железо)	Износ деталей ГРМ, коленчатого вала, гильз цилиндров.
- Al (алюминий)	Износ поршней.
- Cr (хром)	Износ поршневых колец.

При анализе динамики изменения показателей в качестве браковочных норм приняты данные сервисных бюллетеней Cummins 3810340 и 4022060, а также рекомендации ООО «МИЦ ГСМ» (зона «Внимание»).

1 Вязкостные свойства масла

Стабильность вязкостных свойств испытуемого масла оценивалась по динамике изменения кинематической вязкости при 100ºС. В качестве допустимых значений этого параметра принят диапазон для SAE 40 (min 12.5 сСт, max 16.3 сСт).

Для подконтрольной машини график изменения показателя «Вязкость при 100ºС» имеет тенденцию плавного снижения относительно стартового значения, что типично для всесезонных моторных масел, при этом отмечены следующие особенности:

- в двигателе а/м вязкость не вышла за пределы допустимого диапазона, ее значение в финальной пробе составило 13.63 сСт и имеет существенный запас до браковочной границы.

2 Общее щелочное число (ЩЧ), общее кислотное число (КЧ)

Определяющими показателями динамики изменения рабочих свойств моторных масел являются их щелочное и кислотное числа.

Щелочное число характеризует запас моюще-диспергирующих и нейтрализующих свойств масла, что важно для определения интервала его замены. Наряду с вязкостью, щелочное число является важнейшим показателем, определяющим остаточный ресурс масла.

ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ M5 10W-40 является полнозольным моторным маслом, поэтому определение ЩЧ проводилось методом ASTM D 4739 - наиболее информативным для этого класса масел. В качестве оценочной нормы принят норматив о недопустимости его снижения до уровня текущего значения КЧ.

Изменение ЩЧ подконтрольного масла имеет следующие особенности:

- в двигателе а/м отмечено плавное снижение показателя на протяжении всего периода наблюдения до значения 8.1 мг КОН/г.

Для финальной пробы характерен существенный запас ЩЧ относительно текущего значения КЧ, что подтверждает сохранность моюще-диспергирующей способности подконтрольного масла.

Кислотное число является показателем степени окисления масла. Слабая кислотность свежего масла определяется содержанием некоторых видов присадок. Рост кислотного числа вызывается появлением в масле сильных неорганических кислот вследствие сгорания серосодержащего топлива и слабых кислот органического происхождения – результат окисления самого масла.

При анализе динамики изменения КЧ в качестве браковочной нормы принята рекомендация о максимально допустимом значении этого параметра: повышение относительно показателя свежего масла не более чем на 2,5 мг КОН/г.

Динамика показателя КЧ в ДВС машины имеет плавный рост до значений 4.59 мг КОН/г, не достигающих браковочной границы, которая для подконтрольного масла составляет 5.29 мг КОН/г.

При наработке 25 256 км масло ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ M5 10W-40 сохранило значительный запас моюще-диспергирующих и достаточный запас нейтрализующих свойств.

3 Содержание элементов загрязнений

Эффективная защищенность двигателей от попадания внешних загрязнений является определяющим фактором снижения интенсивности износа пар трения и скорости деградации масла.

В качестве предельных норм концентрации элементов загрязнений приняты:

- Топливо - 1,5% и выше
- Сажа - 1,4% и выше
- Si (кремний) - повышение относительно показателя свежего масла на 15 ppm и более

- K (калий) - повышение относительно показателя свежего масла на 20 ppm и более
- Na (натрий) - повышение относительно показателя свежего масла на 20 ppm и более

В ходе испытаний так же не отмечено избыточного накопления прочих элементов загрязнений (Si, K, Na, сажа, топливо), их концентрации находятся на низком уровне и не приближаются к границам допустимых значений. Это является показателем применения качественных расходных материалов при проведении ТО двигателей и высокой культуры обслуживания машин.

4 Содержание металлов-маркеров износа

В пробах подконтрольного масла проводился анализ содержания Fe (железо), Cr (хром), Sn (олово), Al (алюминий), Cu (медь) и Pb (свинец).

Отчетливое накопление отмечено для следующих элементов:

- в двигателе а/м - Fe (железо), Cr (хром), Al (алюминий).

Динамика накопления этих металлов-маркеров износа имеет плавный равномерный характер, уровень их концентрации во всех пробах находится существенно ниже предельных значений, что подтверждает высокие противоизносные свойства подконтрольного масла.

Содержание остальных металлов-маркеров износа в пробах подконтрольного масла находится на уровнях, близких к нулевым значениям.

Таблица 3. **Показатели свойств масла**

Автомобиль	**MAN TGS 33.350 6x4 BB-WW №2**			
Масло	**Castrol Vecton Fuel Saver 5W-30 E7**	**Лукойл Авангард Профессионал М5 10W-40**		
Пробег общий	651 151	651 151	666 487	676407
Доливка	5	0	2	5
Пробег масла	27 780	0	15 336	25 256
Индикаторы износа				
Железо	33	1	12	24
Хром	2	0	1	1
Олово	1	0	1	1
Алюминий	2	0	0	3
Никель	0	0	0	0
Медь	1	0	1	1
Свинец	0	0	1	0
Молибден	2	2	6	12
Присадки				
Кальций	4593	3725	3866	4217
Магний	32	17	50	91
Цинк	1310	1848	1791	1559
Фосфор	1130	1547	1416	1311
Барий	0	0	0	0
Бор	254	36	24	17
Загрязнение				
Кремний	11	3	6	10
Калий	0	0	2	0
Натрий	9	2	5	5
Вода	0	0	0	0
Гликоль	0	0	0	0

Топливо	0,4	0	0,3	0,3
Сажа	0,5	0	0,4	0,6
Состояние масла				
Вязкость при 100 °С	11,82	15,44	14,07	13,63
Щелочное число TBN	11,2	12,62	9,48	8,1
Кислотное число TAN	3,46	2,79	3,82	4,59

Анализ полученных в ходе испытаний данных подтверждает высокий уровень заявленных рабочих свойств масла ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ M5 10W-40, обеспечивших в эксплуатационных условиях надежную защиту подконтрольного двигателя на протяжении всего периода наблюдений. Все оценочные показатели не достигли предельных значений и сохранили существенный запас до браковочных границ, достаточный для уверенного применения ЛУКОЙЛ АВАНГАРД ПРОФЕССИОНАЛ M5 10W-40 при интервале замены 25 000 км, что является кратным периодичности обслуживания.

Библиографический список

1. Кустиков, А.Д. Особенности корректирования периодичности замены трансмиссионного масла городских автобусов при эксплуатации на маршрутах с подъемами / Ясенов В.В. – Отраслевой ежемесячный научно-производственный журнал «Автотранспортное предприятие». - январь 2015. – С.42 – 44.
2. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.

УДК 621

РОМАНОВ И.Е.

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ КАК АЛЬТЕРНАТИВА ТРАДИЦИОННЫМ АВТОМОБИЛЯМ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Электромобили, как альтернатива традиционным автомобилям с двигателем внутреннего сгорания, появились еще в конце XIX века. Однако их массовое распространение началось лишь в XXI веке благодаря развитию технологий и росту экологической осведомленности.

Основным преимуществом электромобилей является их экологичность. Они не выбрасывают вредные вещества в атмосферу, что делает их привлекательными для людей, заботящихся о сохранении окружающей среды. Кроме того, электромобили обладают высокой эффективностью использования энергии, что позволяет им преодолевать большие расстояния без необходимости дозаправки.

Современное производство электромобилей основано на использовании литий-ионных аккумуляторов. Это позволяет достичь высокой энергоемкости при относительно небольших размерах и весе. Кроме того, современные технологии позволяют заряжать аккумуляторы электромобилей быстрее, чем раньше.

Применение новых технологий в производстве электромобилей также позволяет улучшить их характеристики. Например, использование систем автоматического управления и помощи водителю (ADAS) повышает безопасность движения. А системы автономного вождения могут полностью заменить водителя, что открывает новые возможности для использования электромобилей в сфере транспорта.

Некоторые дополнительные технические характеристики электромобилей:

1. Мощность двигателя: Электромобили обычно имеют электрические двигатели мощностью от нескольких киловатт до нескольких десятков киловатт. Это позволяет им развивать высокую скорость и обеспечивать хорошую динамику разгона.

2. Емкость батареи: Емкость батареи электромобиля определяет его дальность хода на одной зарядке. Современные модели имеют емкость батарей от 20 до 100 кВт*ч, что позволяет проехать от 150 до 600 км на одной зарядке.

3. Время зарядки: Время зарядки электромобиля зависит от типа зарядной станции и емкости батареи. Обычно для полной зарядки требуется от 4 до 12 часов, но существуют быстрые зарядные станции, позволяющие зарядить батарею до 80% всего за 30-40 минут.

4. Максимальная скорость: Скорость электромобилей может достигать от 130 до 250 км/ч, в зависимости от модели и ее характеристик.

5. Безопасность: Электромобили оснащены различными системами безопасности, включая ABS, ESP, подушки безопасности и систему автоматического экстренного торможения. Некоторые модели также предлагают системы предупреждения о выезде из полосы движения и распознавания дорожных знаков.

6. Комфорт: Электромобили часто предлагают высокий уровень комфорта, включая климат-контроль, подогрев сидений, мультимедийную систему с навигацией и возможностью подключения смартфона.

7. Размеры и вес: Размеры и вес электромобилей могут значительно различаться в зависимости от модели. Некоторые модели являются компактными и легкими, идеально подходящими для городской езды, в то время как другие представляют собой полноразмерные автомобили с большим пространством для пассажиров и багажа.

Однако, несмотря на все преимущества, у электромобилей есть и недостатки. Один из главных - это высокая стоимость производства и эксплуатации. Литий-ионные аккумуляторы, необходимые для работы электромобиля, стоят дорого, а их замена может потребоваться уже через несколько лет эксплуатации. Кроме того, зарядная инфраструктура для электромобилей пока недостаточно развита, особенно в отдаленных районах.

Несмотря на эти проблемы, развитие электромобилей продолжается. Многие страны активно поддерживают эту отрасль, предоставляя льготы и субсидии производителям и покупателям электромобилей. В будущем ожидается дальнейшее улучшение характеристик электромобилей и расширение их использования вместо автомобилей с ДВС.

Библиографический список

1. sber.ru/gigachat
2. ГОСТ Р 54811-2011 Электромобили. Методы испытаний на активную и пассивную безопасность
3. ГОСТ Р 59102-2020 Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками

УДК 629.331

РОЧЕВ Л.С., БАШЕВ М.В.*, БЕРДНИКОВ Л.А., КУЗЬМИН А.Н.

УЧЕТ РАСХОДА ТОПЛИВА И ЗАТРАТ НА ЭКСПЛУАТАЦИЮ ПРИ ВЫБОРЕ АВТОМОБИЛЕЙ КАРШЕРИНГА В НИЖНЕМ НОВГОРОДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
*Муниципальное автономное образовательное учреждение «Лицей №38»

Для анализа эксплуатационных затрат проведен расчет нормы расхода топлива. Для PHEV используется отличная от HEV формулу (при предположении, что автомобиль выезжает на линию с полностью заряженной батареей, но в процессе эксплуатации подзаряжает ее исключительно в движении от бензинового двигателя), но результат сводится в общую таблицу.

Норма расхода топлива корректируется в соответствии с условиями эксплуатации в г. Н.Новгород по формуле:

$I_{скорр}$ = 0,01*$I_{норм}$*100*(1+0,01*(25+10+7)), где в скобках приведены коэффициенты корректирующие расход топлива.

Формула для PHEV имеет коэффициент, учитывающий зарядку тяговой батареи от ДВС (3):

$I_{скорр}$ = 0,01*$I_{норм}$*100*(1+0,01*(25+10+7+455)),

Зная средний расход топлива, можно примерно рассчитать время нахождения авто на линии в городе, между заездами на мойку и заправку. Несмотря на то, что многие операторы каршеринга предлагают клиентам возможность самостоятельно заправлять автомобили с помощью топливных карт, пользователи сервисов крайне редко заправляют арендные автомобили, соответственно заправлять каршеринг приходится разгонным водителям, они же отгоняют автомобили на мойку.

Таким образом, чем дольше автомобиль сможет находится на линии, тем реже его придется снимать с линии на процедуры, связанные с заправкой и мойкой, и тем большее время он сможет приносить прибыль.

В среднем автомобиль каршеринга совершает 6-8 поездок в будние дни и 9 поездок в выходные и праздничные дни. Обычно поездка происходит из спального района, либо с окраины в центр города и обратно, соответственно длина поездки не более 15 км (например, из Автозаводского или Сормовского районов в центр города).

По формуле определяется запас хода автомобиля :

$$S_{хода}=(V_{бака/батареи}/ I_{скорр})*100 \quad (1)$$

Далее по формуле найдем время нахождения на линии (5):

$t= S_{хода}/(15*8)$

Результаты расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1. **Определение расхода топлива анализируемыми автомобилями**

Марка а/м / Показатель	Geely Atlas Pro Hybrid	Москвич 3	Evolute i-Pro	Москвич 3e	AITO M5	Chery Tiggo 8 Pro e+	Dongfeng Shine Max
Корректировка нормативного расхода топлива, л/100 км	9,86	12,47	-	-	6	7,8	8,99
Корректировка для EV и PHEV, кВт·ч/100км			18,3	24,65			
запас хода паспортный, км	-	-	433	400	1100	1000	-
запас хода расчетный, км	588,2	400,96	289,63	202,84	933,3	769,2	578,42
Приблизительное время нахождения на линии, дни	4 дня 21 час	3 дня 8 часов	2 дня 10 часов	1 день 17 часов	7 дней 18 часов	6 дней 12 часов	4 дня 18 часов

Как видно из табл. 1, лучшим автомобилем по параметру время нахождения на линии является AITO M5, относящийся к типу PHEV.

Далее необходимо рассчитать прочие расходы, возникающие при эксплуатации, такие как шины (летние и зимние), налог, страховка (табл. 2).

Таблица 2. **Эксплуатационные расходы анализируемых автомобилей**

Марка а/м / Показатель	Geely Atlas Pro Hybrid	Москвич 3	Evolute i-Pro	Москвич 3е	AITO M5	Chery Tiggo 8 Pro e+	Dongfeng Shine Max
Размерность колес	225/60/R 18	215/50 R17	205/50 R17	225/45 R18	255/50 R19	235/55 R18	215/50 R17
Стоимость резины лето	12,5	9,5	11	14,5	19	14,3	9,5
Стоимость резины зима	11,7	10	11,4	17	15,5	11,2	10
Сумма на комплект летних шин, тыс. руб.	50	38	44	58	76	57,2	38
Сумма на комплект зимних шин, тыс.руб.	46,8	40	45,6	68	62	44,8	40
Срок гарантии	5лет. 150 тыс.км.	3г. 100тыс.км	3г. 100тыс.км	3г. 100тыс.км	2г. 100тыс. км	3г. 100тыс.км	3г. 100тыс.км
Налог на автомобиль в год, тыс.руб.	8550	4725	2362	765	64200	17625	8550
Страховка на авто в год, тыс.руб	45,570	39,876	39,876	39,876	45,570	45570	45,570

Все итоговые затраты на эксплуатацию автомобилей в течение трех лет сведены в табл. 3. При расчете затраты на электроэнергию для электромобилей использовалась стоимость электроэнергии на зарядных станциях с быстрой зарядкой.

Таблица 3. **Итоговые затраты на эксплуатацию автомобилей**

Марка а/м / Показатель	Geely Atlas Pro Hybrid	Москвич 3	Evolute i-Pro	Москвич 3е	AITO M5	Chery Tiggo 8 Pro e+	Dongfeng Shine Max
Стоимость автомобиля, руб.	2880000	2478000	2950000	3950000	5800000	4100000	2200000
Суммарные затраты на ТО, руб.	357000	199300	75000	171500	123667	262500	217000
Суммарные затраты на топливо, руб.	744036	940986	486753	655690	452760	588588	678385
Суммарные затраты на шины, руб.	24200	19500	22400	31500	34500	25500	19500

Затраты на страхование авто, руб.	136710	119628	119628	119628	136710	136710	136710
Стоимость транспортного налога, руб.	25650	14175	7086	2295	192600	52875	25650
Суммарные затраты на эксплуатацию, руб.	1287596	1293589	710867	980613	940237	1066173	1077245
Суммарные затраты с учетом стоимости автомобиля, руб.	4 167 596	3 771 589	3 660 867	4 930 613	6 740 237	5 166 173	3 277 245

**без учета страховки от технических неисправностей.*

По итогам проведенной работы можно установлено, что наиболее длительное время на линии сможет находится (как следствие, приносить прибыль) гибридный автомобиль PHEV сегмента, т.к. такие автомобили имеют огромный запас хода без необходимости дополнительных заправок. Электромобили, напротив, имеют наименьший запас хода из исследованных авто, а также требуют наиболее продолжительное время на его пополнение.

Наименьшие затраты на эксплуатацию имеют электромобили, подзаряжаемые гибриды и среднеразмерные седаны. Но выгода эксплуатации подзаряжаемых гибридных автомобилей и электромобилей нивелируется их высокой стоимостью. С учетом стоимости авто наиболее выгодным вариантом автомобиля для автопарка каршеринга является среднеразмерный седан, такой как Dongfeng Shine Max.

Среди экологически чистых транспортных средств (электромобилей и гибридов) наиболее бюджетным с трудовыми затратами стоимости покупки и последующих расходов на эксплуатацию по итогам расчетов стал электромобиль Evolute i-Pro.

Библиографический список

1. ТР ТС 018/2011 Технический регламент таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств. https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_125114.
2. Закон о транспортном налоге в Нижегородской области от 28 ноября 2002 года № 71-З. https://docs.cntd.ru/document/944916302?ysclid=lvw2fj24ie601685999.
3. ВСН 01-89. Ведомственные строительные нормы предприятий по обслуживанию автомобилей // Минавтотранс РСФСР. - М.: ЦБНТИ Минавтотранса РСФСР, 1990. - 52 с.
4. ОНТП-01-91. Общесоюзные нормы технологического проектирования предприятий автомобильного транспорта — М.: Гипроавтотранс, 1991. — 184 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей. Часть 2./ Н.А. Кузьмин, Г.В. Борисов; Нижегород. гос. тех. ун-т. Нижний Новгород, 2007. – 79 с.
6. Напольский, Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: учебник для вузов /Г.М. Напольский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1993. – 271 с.
7. https://www.major-evolute.ru.

УДК: 656.073.436

САМАРЧЯН Г.Г., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПЕРЕВОЗКА ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И КРАСОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе отражены особенности и правила безопасности перевозки лакокрасочных материалов, рассмотрены аспекты по документации, необходимой для лицензированной перевозки, и многое другое.

На сегодняшний день существует около 150 пунктов производства ЛКМ в России[1]. Это говорит о том, что множество заводов расположены не только в крупных городах России, так как ЛКМ – крайне необходимый ресурс, который имеет весьма широкий спектр применения, например, в таких промышленностях, как химическая, пищевая, автомобильная, строительная, металлургическая и пр. В связи с этим, перевозка опасных грузов, в частности ЛКМ регламентируется большим количеством строгих требований относительно многих пунктов, начиная от требований к водителю, заканчивая требованиями к оснащению ТС.

ЛКМ относится к категории опасных грузов; в зависимости от особенностей состава, грузу присваивается либо 3-й, либо 8-й класс опасности.

Лакокрасочную продукцию перевозят обычно на фурах в упакованном виде, а также на металлических автоцистернах и, за редким исключением, на танк-контейнерах.

Помимо маркировки в соответствии со степенью опасности груза, автоцистерны, предназначенные для транспортирования лакокрасочных материалов, должны быть оборудованы надежным заземлением, первичными средствами пожаротушения, а выхлопные трубы должны быть оборудованы исправными искрогасителями [2].

А что касается условий, предъявляемых к ТС в части сезонных требований, отличительных особенностей между перевозками в зимнее и летнее время нет.

Правила перевозки ЛКМ регламентируется такими документами, как Международное Соглашение ДОПОГ, ГОСТ-19433-88, ГОСТ-9980.5-2009 и Приказ МинТранса №7 и Приказ МинТранса №145

Соблюдение требований касаемо перевозки по всем необходимым документам поможет значительно повлиять положительным образом на безопасность, экономичность перевозки и своевременность доставки опасного груза.

Библиографический список

1. ГОСТ 9980.5-2009
2. [ati.su] – Интернет-ресурс
3. [fabricators.ru] – Интернет-ресурс

УДК 621.431

СМИРНОВ Д.М., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ МОДЕРНИЗАЦИИ МОТОРА G4KE

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Данная силовая установка был представлен 2008 году известным корейским автоконцерном Hyundai/Kia, он устанавливался на такие автомобили как Hyundai Sonata, Kia Optima, Kia Sportage 3, Magentis 2, Hyundai Santa Fe 2 и т.д.

Таблица 1. **Характеристики ДВС G4KE**

Тип	рядный	Система питания	распр. впрыск
Кол-во цилиндров	4	Мощность	170 - 180 л.с.
Кол-во клапанов	16	Крутящий момент	220 - 230 Нм
Точный объем	2359 см³	Степень сжатия	10.5
Диаметр цилиндра	88 мм	Тип топлива	АИ-92
Ход поршня	97 мм	Экологические нормы	ЕВРО 4/5

Двигатель имеет ряд недостатков:

1. Быстрый износ шатунных вкладышей
2. Низкая эффективность масляного насоса, совмещенного с блоком балансировочных валов.
3. Повышенный износ "юбок" поршней
4. Хрупкий каталитический нейтрализатор

Данные недостатки снижают пробег до капитального ремонта ДВС до 100 тыс. км пробега в среднем. От первых трех пунктов можно избавится следующим способом: демонтаж блока балансировочных валов и установка масляного насоса от двух литрового мотора G4KD.

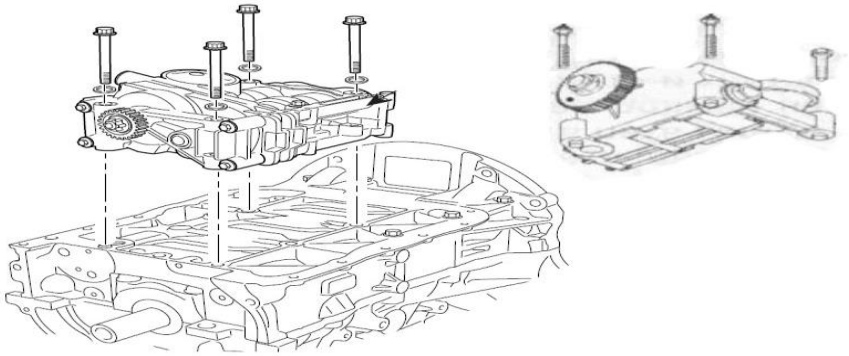


Рис. 1. Блок балансировочных валов

Данная процедура обычно производиться на момент когда уже произошел износ БЦ (задиры на стенках цилиндров), во время капитального ремонта двигателя. Двигатель полностью снимается с автомобиля, разбирается и дефектуется. При сборке ДВС снимается блок балансировочных валов и устанавливается новый масляный насос с новым поддоном двигателя.

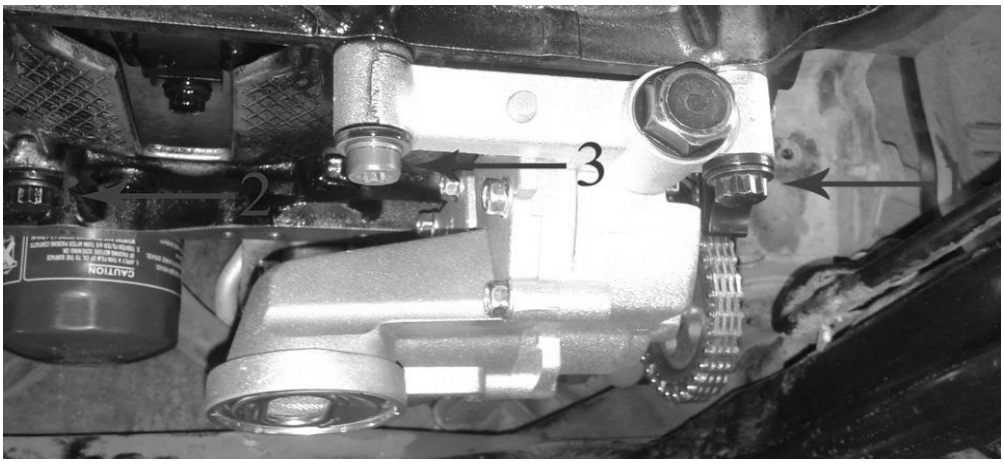


Рис. 2. Масляный насос

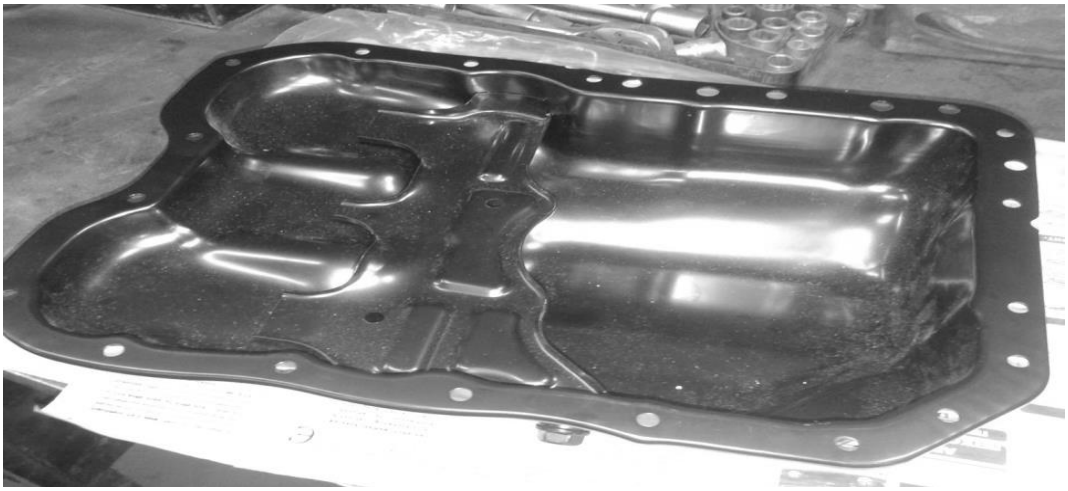


Рис. 3. Поддон ДВС

Данная процедура так же показывает высокую эффективность работы на данном моторе (G4KE). По статистическим данным средний пробег после модификации данного ДВС увеличивается до 250 тыс. км пробега.

Подводя итог, хочется сказать о том, что данная процедура является верным решением, для владельца автомобиля с таким двигателем и с финансовой точки зрения и с точки зрения экономии времени.

Библиографический список

1. https://www.drive2.ru/l/9829753/
2. https://www.zr.ru/content/articles/941828-6-slabykh-mest-dvigatelya-2.4-hy/
3. https://www.drive2.ru/l/535757107794805202/
4. https://otoba.ru/dvigatel/hyundai/g4ke.html

УДК 621.431

СМИРНОВ Д.М., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ СМАЗКИ ШПГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном автомобилестроении важную роль занимает система смазки и масляное охлаждение шатунно-поршневой группы. Смазка поршневой группы двигателя — наиболее важный аспект, влияющий на срок службы силового агрегата. Она влияет на уменьшение износа ШПГ на высоких оборотах двигателя, когда силовая установка испытывает высокие тепловые и механические нагрузки. Остановимся более подробно на корейском двигателе автоконцерна Hyundai/Kia G4KD (2-х литровый бензиновый мотор). Данная силовая установка была представлена 2008г и ставилась на такие модели автомобилей как Hyundai Elantra, Hyundai ix35, Hyundai Sonata, Kia Cerato, Kia Optima, Kia Sportage, Hyundai i30, Hyundai Creta, Hyundai Tucson т.д. Самая большая проблема данного ДВС это задиры в цилиндрах и на юбках поршней, связанные с недостаточным охлаждением ШПГ моторным маслом. Средний пробег до капитального ремонта составляет около 100 тыс. км пробега.

Целью работы является проверка эффективности установки дополнительных масляных форсунок для увеличения надежности силового агрегата.

Для начала сливаются все технические жидкости ДВС и производят полное снятие мотора с разбором его (снятие ГБЦ, БЦ) на автомобиле остается только КПП. Далее идет дефектовка всех узлов и агрегатов для попутной их замены. После этого в “голый” блок цилиндров в коренные постели коленвала под углом необходимым для распыления на дно поршня и в самую нагруженную стенку цилиндра.

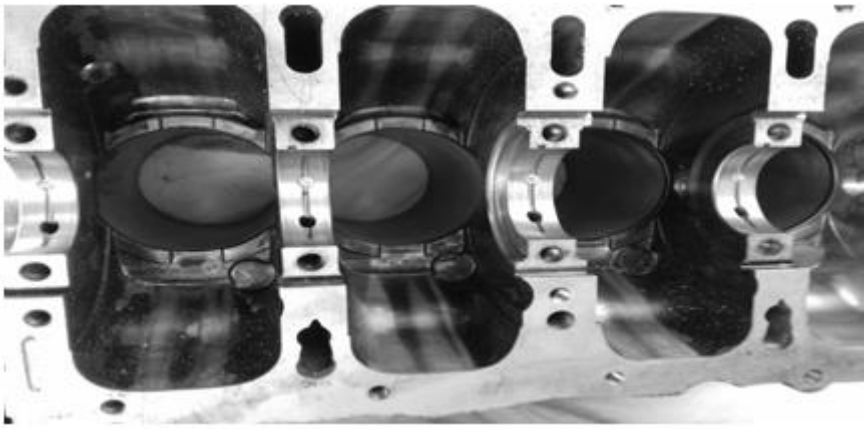


Рис. 1. Состояние блока цилиндров

Далее идет полная сборка ДВС (обработка плоскости ГБЦ, расточка блока цилиндров под ремонтный размер, полировка либо расточка коленвала , ремонт ГБЦ (если требуется) и т.д.)

Данная процедура (установка дополнительных маслянных форсунок) показывает высокую эффективность работы на данном моторе (G4KD). По статистическим данным средний пробег после модификации данного ДВС увеличивается до 250 тыс км пробега.

Подводя итог, хочется сказать о том, что данная процедура является верным решением, для владельца автомобиля с таким двигателем и с финансовой точки зрения и с точки зрения экономии времени.

УДК 656.085

ЧИКАЕВ А.О., МЕРЗЛЯКОВА М.И.

ВЫЯВЛЕНИЕ АВАРИЙНО-ОПАСНЫХ УЧАСТКОВ НА УДС Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД С 01.06.22 ПО 31.05.23

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, с развитием автомобильного транспорта, а также возросшими интенсивностями транспортных потоков, увеличивается число аварийно-опасных участков дороги. Термин «аварийно-опасный участок дороги» в соответствии со статьей 2 [1] – это участок дороги, улицы, не превышающий 1000 метров вне населенного пункта или 200 метров в населенном пункте, либо пересечение дорог, улиц, где в течение отчетного года произошло три и более дорожно-транспортных происшествия одного вида или пять и более дорожно-транспортных происшествий независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди.

Данные по ДТП возьмем с сайта «Карта ДТП» [2], выбрав временной интервал с 01.06.22 по 31.05.23г. Данные предоставляются в формате .geojson, который необходимо, для начала, привести в читаемый вид для последующего анализа. Данный формат можно от-

крыть с помощью MS Excel, загрузив их через вкладку «Данные – Получение данных – Из файла – Формат JSON». Раскрыв их, наблюдаем большое кол-во столбцов, а также дубликаты, которые необходимо выявить и удалить для корректного анализа. В результате получаем набор данных в виде таблицы, из которой, для начала, сделаем вывод об общем количестве ДТП, а также числе раненых и погибших человек, распределяя по категориям ДТП (табл. 1).

Таблица 1. **Распределение ДТП с погибшими и ранеными**

Категория ДТП	**Общее количество**	**Число раненых, чел.**	**Число погибших, чел**
Общее количество	1730	2064	36
Столкновение	738	1023	13
Наезд на пешехода	561	566	13
Падение пассажира	136	138	0
Наезд на велосипедиста	87	85	2
Наезд на препятствие	63	81	2
Наезд на стоящее ТС	35	40	3
Опрокидывание	29	32	0
Съезд с дороги	20	24	0
Иной вид ДТП	13	15	1
Наезд на животное	1	2	0
Отбрасывание предмета	1	1	0
Падение груза	1	1	0
Наезд на лицо, не являющееся участником ДД	1	1	0

Как можно видеть, то наибольшее количество ДТП – это столкновения (738 ед.), и наезд на пешехода (561 ед.), в результате которых было ранено 1023 и 566 человек соответственно. Также, рассматривая эти две категории, число погибших людей было поровну – по 13 человек, что от общего числа составляет по 36%.



Рис. 1. ДТП в г. Нижний Новгород с 01.06.22 по 31.05.23

Далее, для определения аварийно-опасных участков дороги мы можем вручную проверять адреса мест совершения ДТП, нанося их при этом на Яндекс.Карты либо любые другие ресурсы. Однако, это будет долго, а также иметь погрешность, что в нашем случае будет недопустимо. Для ускорения процесса анализа будет использоваться программа QGIS [2]. QGIS – это свободная кросплатформенная геоинформационная система, состоящая из настольной и серверной части. Будем выгружать полученные ДТП в нашу программу, выбрав заранее нужную систему координат, а также пользовательскую проекцию МСК-52, зона 2 [3] в формате PROJ.4. В формат WKT, который является наиболее предпочтительным, программа переведет сама при необходимости. Затем, используя полученный файл MS Excel необходимо добавить его как новый векторный слой, не забыл установить флажок напротив поля «Geometry» и выбрав соответствующие поля для широты и долготы. Результат добавления представлен на рис. 1.

Так как нас интересуют аварийно-опасные участки дороги, то ДТП, обособленные от остальных, сделаем полупрозрачными, чтобы они стали менее заметными. Для последующего анализа занесем полученные данные в карточку аварийно-опасных участков дороги, в которой укажем условия и причины возникновения мест концентрации ДТП, которые могут быть полностью устранены, либо обеспечено снижение их влияния на вероятность возникновения ДТП, а также перечень первоочередных мероприятий. Всего за обозначенный период насчитывается 75 очагов аварийности, из которых наиболее аварийными оказались пересечение пр-кта Ленина и ул. Новикова Прибоя (10 ед.); участок УДС по адресу ул. Коминтерна от дома 16 до дома 158 (10 ед.); пересечением ул. Циолковского – ул. Черняховского (10 ед.); пересечение ш. Московское – ул. Кузбасская – ул. Героя Рябцева (8ед.) и пересечение ш. Южное – ул. Веденяпина (8 ед.).

Наиболее частыми причинами стали отсутствие, плохая различимость горизонтальной разметки проезжей части и неправильное применение либо отсутствие дорожных знаков в необходимых местах. Мероприятия, направленные на снижение аварийности, исправляют данные недостатки. В их число также входит изменение режима работы светофора, изменение схемы организации дорожного движения, строительство ИДН, ограничение скоростного режима, строительство нового светофорного объекта, установка комплексов фотовидеофиксации правонарушений.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 10.12.1995 N 196-ФЗ (ред. от 14.04.2023) «О безопасности дорожного движения» (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2023)– [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_8585/
2. Карта ДТП – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://dtp-stat.ru
3. Местные системы координат для геоинформационных программ – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://terraingis.ru/msk-52.html

УДК 656.085

ЧИКАЕВ А.О., МЕРЗЛЯКОВА М.И., КЛЮКИН Д.С.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ДТП В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТАЖА УПРАВЛЕНИЯ В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2022 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во всем мире, как и в России, бытует мнение о том, что молодые водители, имеющие стаж вождения менее трех лет, чаще попадают в ДТП из-за своей неопытности. В ПДД РФ [1] в разделе «Основные положения по допуску транспортных средств к эксплуатации и обя-

занности должностных лиц по обеспечению безопасности дорожного движения» в п.8 сказано, что знак «Начинающий водитель» необходимо располагать на ТС, если право на управление транспортным средством водителя менее двух лет. Если рассматривать мнение страховых компаний, то наибольшая стоимость при оформлении КАСКО и ОСАГО составит для водителей, чей стаж будет составлять менее трех лет. Если прочитать публикацию «Зависимость риска возникновения ДТП от качества водителя транспортного средства» [2] авторами которой являются Гаць С.Ю., Сюдорчук К.Е. и др., там говорится, что «основное количество ДТП допускают достаточно опытные водители со стажем управления транспортным средством более 15 лет (40,5%), следом идут водители со стажем управления от 5 до 10 лет (22,5%)».

Рассмотрим статистику ДТП для г. Нижний Новгород в период с 2018 г. по 2022г. Для этого обратимся к официальному сайту Министерства внутренних дел Российской Федерации [3]. В разделе «Картограмма» можно получить интересующие нас данные, а также скачать их для дальнейшего анализа. В нашем случае достаточно будет списка ДТП. Для этого в разделе «Показатели» выберем интересующие нас, в нашем случае это будет несколько пунктов: «со стажем управления до 2х лет»; «со стажем управления от 2 до 5 лет»; «со стажем управления от 5 до 10 лет»; «со стажем управления от 10 до 15 лет» и «со стажем управления от 15 лет». Стоит отметить, что начиная с 01.01.2022г. градация повышается, и добавляются такие пункты как «со стажем управления от 15 до 20 лет»; «со стажем управления от 20 до 25 лет»; «со стажем управления от 25 до 30 лет»; «со стажем управления от 30 лет», что дает возможность получить больше данных.

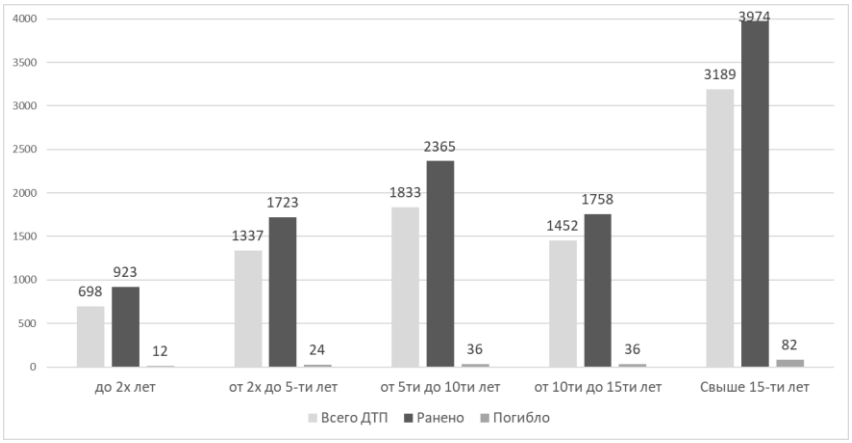


Рис. 1. Распределение ДТП по водительскому стажу

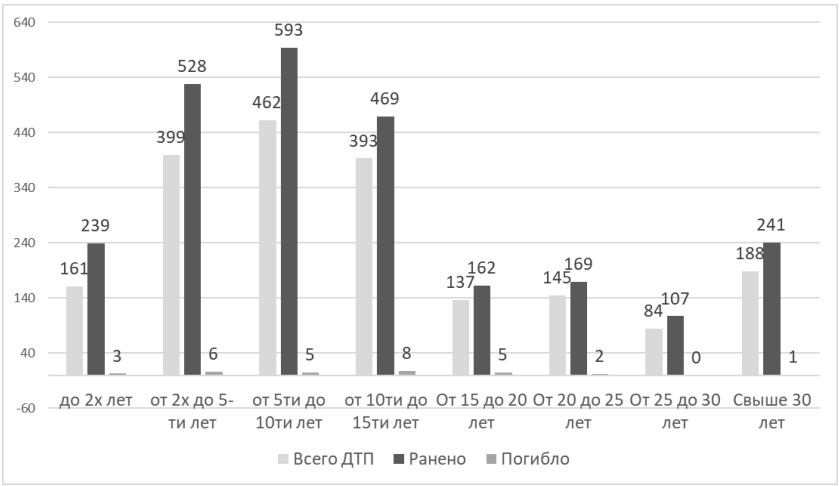


Рис. 2. Распределение ДТП по водительскому стажу с 01.01.2022 по 31.10.2023

Из рис. 1 можно видеть, что вопреки сложившемуся мнению о том, что наиболее аварийные водители это те, кто только что получил право на управление транспортным средством, наибольшее количество ДТП совершили водители, чей водительский стаж находится в диапазоне от 5 до 10 лет (1833 ед. против 698 ед.). Это может быть связано с тем, что начинающий водитель более сосредоточен на процессе управления транспортным средством. Более опытные водители могут придерживаться принципа, что раз они за рулем не первый год, то и водить они уже умеют. Однако, притупленное чувство безопасности совместно с излишней самоуверенностью, зачастую служат причиной потери концентрации внимания, а следовательно, может привести к ДТП. Высокая доля ДТП с участием водителей, имеющих стаж вождения более 15 лет, объясняется тем, что это наиболее многочисленная группа, по сравнению с остальными.

Для того, чтобы проанализировать зависимость количества ДТП от стажа, рассмотрим данные за 2022г. и за 2023г. Как отмечалось ранее, начиная с 2022г. появляется дополнительное деление, а именно с 15 до 20 лет стажа, с 20 до 25 лет, с 25 до 30 лет и свыше 30 лет. Это даст возможность дополнительно выяснить, начиная с какого стажа шансы попасть в ДТП становятся ниже (рис. 2).

Как можно заметить, самую высокую аварийность имеют водители, чей стаж находится в диапазоне от 5 до 10 лет. Наблюдается резкий спад шанса попасть в ДТП начиная с 15 лет, затем, когда уже стаж начинается превышать отметку свыше 30 лет, начинается небольшой подъем. Этот подъем обусловлен тем, что с возрастом чувство безопасности притупляется, как и внимание и концентрация водителя.

Подводя итог можно сказать, что мнение о том, что ходящее в быту мнение о большей вероятности попасть в ДТП в первые 2 года после получения водительского удостоверение является ошибочным. Шанс попасть в ДТП растет вместе с водительским стажем, вплоть до диапазона от 5 до 10 лет, после чего вероятность начинает снижаться. В связи с этим, для предупреждения возникновения ДТП, существует потребность в напоминании водителям о том, что при увеличении водительского стажа риск попасть в ДТП также возрастает. Для этого можно ввести экзамен, например на портале «Госуслуги», для водителей

Библиографический список

1. Правила дорожного движения Российской Федерации от 23.10.1993 N1090 (в ред. от 02.06.2023) – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_2709/824c911000b3626674abf3ad6e38a6f04b8a7428/
2. Зависимость риска возникновения ДТП от качеств водителя транспортного средства – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37659412
3. Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/

УДК 656.085

ЧИКАЕВ А.О., МЕРЗЛЯКОВА М.И.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ПО ВИНЕ ВОДИТЕЛЕЙ АВТОБУСОВ В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2023 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во всем мире идет тренд на переход с личного транспорта на общественный. Общественный транспорт помогает решить и проблему пробок в крупных городах и проблему с

экологией, ведь зачастую общественный транспорт более экологичный. Так, например, в автобусах используют газомоторное топливо, а трамваи, троллейбусы и метро используют электричество. В Нижнем Новгороде самым распространенным и популярным общественным транспортом является автомобильный. Поэтому было принято решение рассмотреть аварийность именно с участием водителей автобуса. Быть водителем автобуса гораздо более ответственно, он отвечает не только за себя, но иногда и более чем за сотню пассажиров. И ДТП с участием автобуса с большей вероятностью приведет к большему количеству пострадавших нежели авария на индивидуальном транспорте.

Данные для анализа аварийности были взяты с «Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации» [1]. Для того, чтобы провести выборку ДТП по месяцам года, дням недели, а также времени суток будет использоваться не подробные карточки ДТП, а список, в котором все эти данные будут указаны. Рассматриваемый период возьмем с января 2018 года по октябрь 2023 года. Данные скачиваются по годам в виде списка со столбцами «№ ДТП», «Дата», «Категория ДТП», «Дорога», «Адрес», «Количество погибших», «Количество раненых», «Количество ТС, участвующих в ДТП», «Количество участников ДТП (людей)». Нас интересуют столбцы «Дата», а также «Количество погибших» и «Количество раненых».

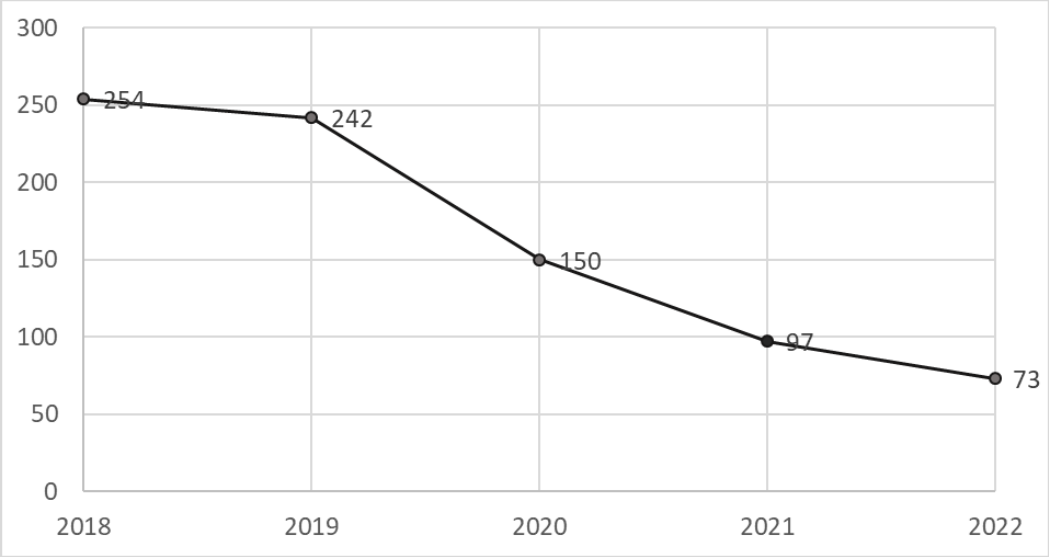


Рис. 1. Распределение ДТП по годам с участием водителей автобусов в г. Нижний Новгород

Как можно видеть из рис.1, статистика имеет положительную тенденцию по снижению количества ДТП, произошедших по вине водителя автобуса. Так за пять лет аварийность снизилась более чем на 70%. Это может быть связано с тем, что в последнее время идет постепенная передача маршрутов от частных перевозчиков в пользу муниципальных (например, Т-71 стал А-71).

Рассматривая статистику ДТП по месяцам, наиболее аварийным оказался июль – 84 ДТП и 118 пострадавших. За ним следует октябрь (82 ДТП и 100 пострадавших) и июнь – 79 ДТП и 87 пострадавших, четвертым идет август (74 ДТП и 80 пострадавших). Можно предположить, что высокая аварийность в летние месяцы связана с слепящим солнцем и переутомлением водителя от жары, ведь большинство маршрутов Нижнего Новгорода достаточно длинные и водитель должен сохранять высокую концентрацию в течении долгого времени. Наименее аварийными месяцами стали январь, февраль и декабрь (53 ДТП и 63 пострадавших; 56 ДТП и 84 пострадавших; 57ДТП и 61 пострадавший соответственно). По причине меньшей интенсивности движения, и, следовательно, снижения скорости потока, количество

аварий с участием водителей автобуса, в зимнее время, снижается. Распределение ДТП месяцам показано на рис. 2.

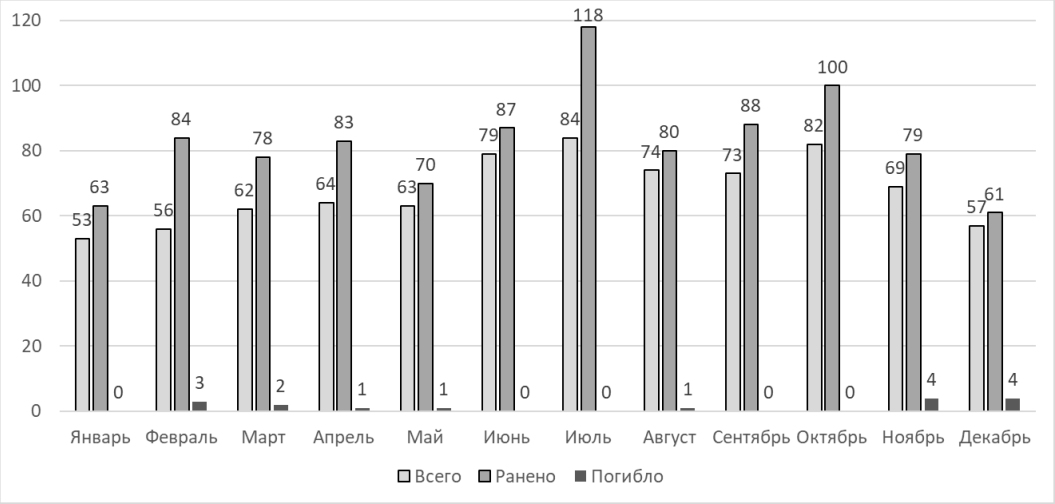


Рис. 2 Распределение ДТП по месяцам с участием водителей автобусов в г. Нижний Новгород

Данные по ДТП, произошедшие по вине водителей автобуса, указаны на рис. 3.

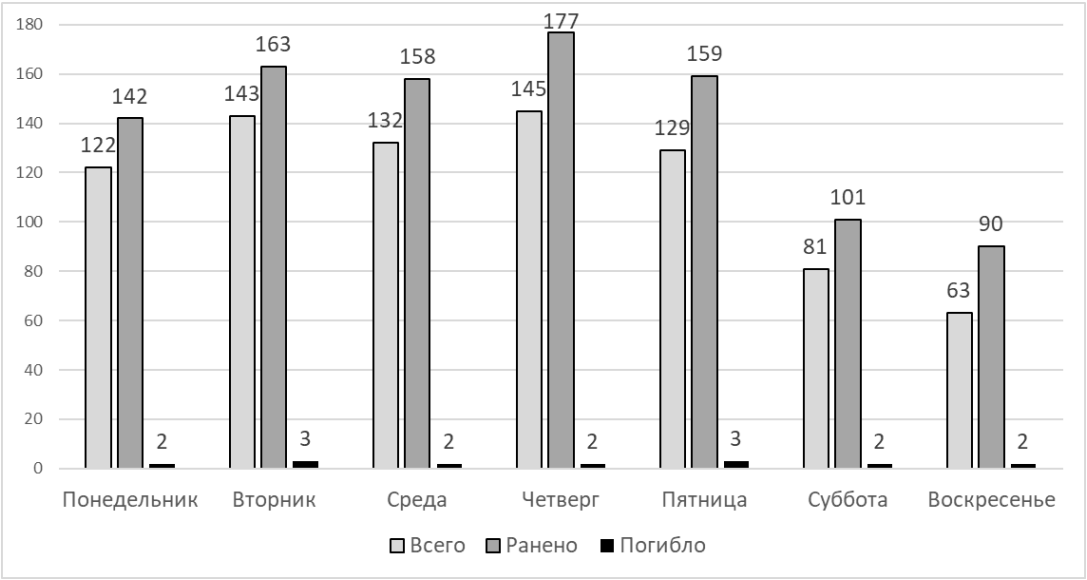


Рис. 3 Распределение ДТП по вине водителя автобуса по дням недели в г. Нижний Новгород

Из рис. 3 видно, что в будние дни аварийность с участием автобусов значительно выше, чем в выходные. Очевидно, в рабочие дни недели, особенно в «часы пик», транспортный поток более интенсивный, что требует от водителя большей концентрации на дороге. Но не во всех автобусах на сегодняшний день есть валидаторы или кондуктор, а в маршрутных такси в подавляющем большинстве случаев оплата проезда происходит у водителя, что отвлекает его от происходящего на дороге. В будние дни ситуация острее, так как желающих воспользоваться услугой общественного транспорта выше, чем в выходной день, когда большинство людей предпочитает остаться и отдохнуть дома.

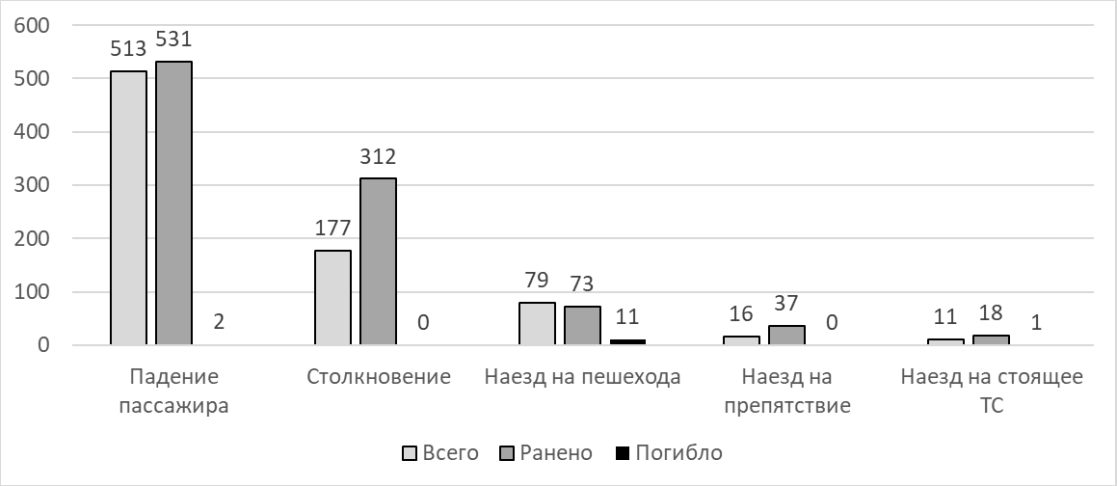


Рис. 4. Распределение ДТП по категориям, произошедшие по вине водителя автобуса в г. Нижний Новгород

На рис. 4 приведена статистика ДТП по категориям аварий с участием водителя автобуса. Самой распространенной категорией является падение пассажира, на неё приходится подавляющая часть аварий (513 ДТП и 531 пострадавший). Это связано с тем, что водитель не всегда плавно тормозит перед остановочным пунктом, на запрещающий сигнал светофора или перед пешеходным переходом, а пассажиры, особенно, когда заполненность автобуса находится на высоком уровне не держатся за поручни или держатся недостаточно крепко. В «часы пик» популярные маршруты заполнены до такой степени, что не всем желающим хватает места в салоне автобуса. Человек может начать заходить в транспортное средство, но ему не хватает физически места и из-за плохой видимости в боковые зеркала из-за большой заполненности автобуса водитель может его не заметить и тронуться, что, в итоге, может привести к более тяжелым последствиям, чем падение пассажира в салоне. Второй по распространенности категорией ДТП является столкновение. Как видно из статистики практически на каждое ДТП приходится 2 пострадавшего, поскольку в автобусе гораздо больше пассажиров нежели в индивидуальном транспортном средстве таким образом последствия ДТП с участием автобуса становятся тяжелее.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, о том, что самыми аварийными месяцами стали летние месяцы, когда из-за жары повышается утомляемость водителей и их концентрация снижается, а наименее аварийными зимние, когда транспортный поток не такой интенсивный. Будние дни оказались практически в 2 раза более аварийными из-за большого количества желающих воспользоваться общественным транспортом, особенно, в «часы пик». Самой распространенной категорией ДТП стала «падение пассажира», что можно связать с не совсем аккуратным стилем вождения. Это связано с тем, что водители частных перевозчиков конкурируют между собой за пассажиров на остановочных пунктах. Для этого они резко газуют, часто меняют полосу движения и не совсем плавно тормозят. Но хочется отметить, что аварийность по вине водителя автобуса в г. Нижний Новгород постоянно снижется, что, безусловно, является положительной тенденцией.

1.Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/

УДК 656.085

ЧИКАЕВ А.О., МЕРЗЛЯКОВА М.И.

АНАЛИЗ АВАРИЙНОСТИ ПО МЕСЯЦАМ, ДНЯМ НЕДЕЛИ, А ТАКЖЕ ВРЕМЕНИ СУТОК В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД ЗА ПЕРИОД С 2018 ПО 2023 ГОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При анализе ДТП часто рассматриваются только определенные участки дороги или перекрестки, на которых произошло больше всего аварийных ситуаций. И уже для этих опасных мест предлагаются мероприятия по снижению количества ДТП. Но такой анализ не дает полной картины, а также не показывает все причины ДТП, а зная их можно предложить максимально эффективное мероприятие для каждого конкретного аварийного участка. Так, например, если значительное количество ДТП совершено на каком-либо участке в зимнее время, а в другое время года аварийность гораздо ниже, было бы логично предложить мероприятия по ограничению скоростного режима на этом участке в зимний сезон. Аналогичная ситуация со днями недели, если аварии часто происходят в определенный день недели, аварийность участка может быть связана с большим количеством припаркованных автомобилей, затрудняющих встречный разъезд. В этом случае необходимо предложить мероприятия, запрещающие парковку автомобиля в этот день недели. Если рассматривать время суток, как фактор приведший к аварии, то нередко плохая освещенность дороги или её отсутствие становится причиной ДТП. Вследствие этого предлагается провести анализ ДТП, по месяцам, дням недели и времени суток.

Данные для анализа аварийности были взяты с «Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации» [1]. Для того, чтобы провести выборку ДТП по месяцам года, дням недели, а также времени суток будет использоваться не подробные карточки ДТП, а список, в котором все эти данные будут указаны. Рассматриваемый период возьмем с января 2018 года по октябрь 2023 года. Данные скачиваются по годам в виде списка со столбцами «№ ДТП», «Дата», «Категория ДТП», «Дорога», «Адрес», «Количество погибших», «Количество раненых», «Количество ТС, участвующих в ДТП», «Количество участников ДТП (людей)». Нас интересуют столбцы «Дата», а также «Количество погибших» и «Количество раненых».

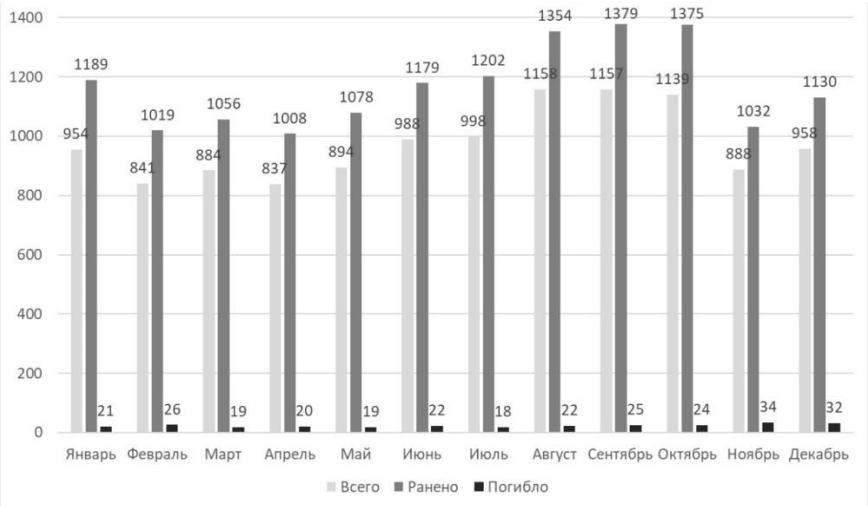


Рис. 1 Распределение ДТП по месяцам в г. Нижний Новгород

Как можно видеть из рис.1, наибольшие число ДТП приходится на август, сентябрь и октябрь (1158, 1157 и 1139 ед. соответственно). Больше всего раненых в сентябре – 1379

чел., в октябре – 1375 чел. и в августе – 1354 чел. Меньше всего ДТП зарегистрировано в апреле – 837 ед., в которых было ранено 1008 чел., а погибло 20 чел.

Рассматривая статистику ДТП по дням недели, наиболее аварийной оказалась пятница – 1791 ед., в которых пострадали 2056 чел. и погиб 41 чел. Анализируя данные ДТП, произошедшие в будние дни, можно сделать вывод о том, что количество ДТП, как и количество раненых находится примерно на одном уровне. В выходные дни, когда транспортные потоки ниже, количество ДТП также снижается до 1416 ед. в воскресенье и 1567 ед. в субботу. Стоит отметить, что наибольшее количество людей, погибших при ДТП больше всего в субботу – 56 чел. В выходные дни также больше значение отношение числа раненых к общему количеству ДТП. Распределение ДТП по дням недели показано на рис. 2.

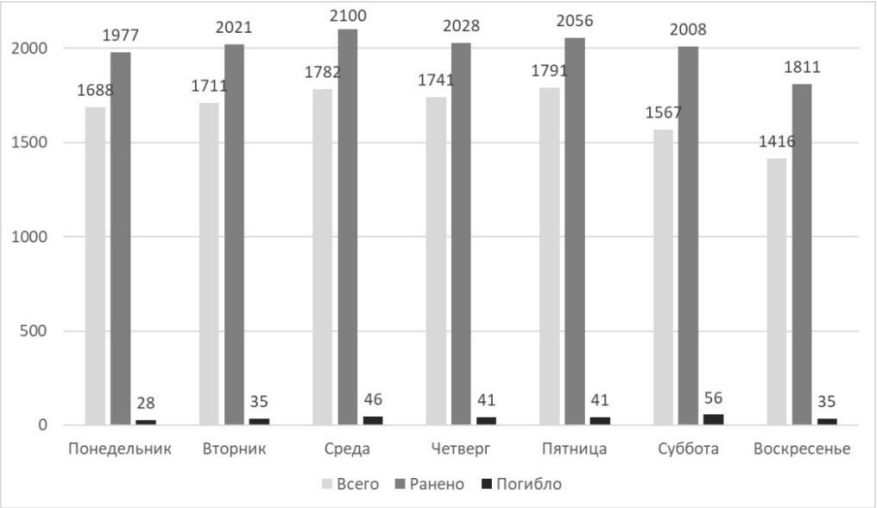


Рис. 2 Распределение ДТП по дням недели в г. Нижний Новгород

Данные по времени суток было решено разделить на 3-х часовые интервалы (рис. 3).

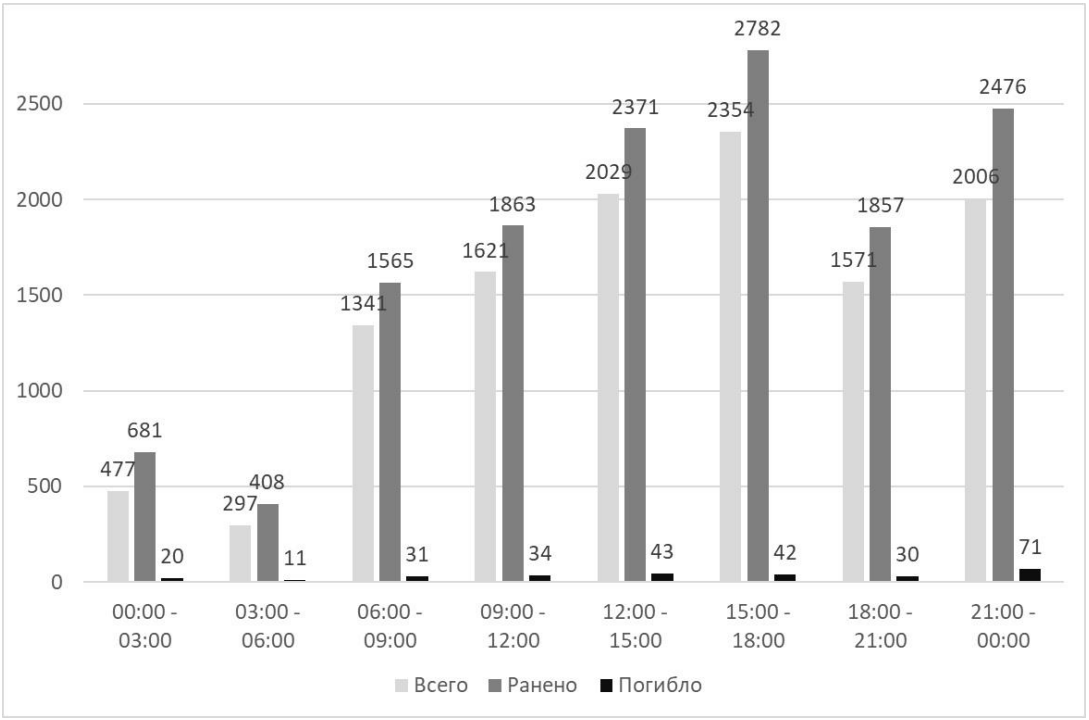


Рис. 3. Распределение ДТП по времени суток в г. Нижний Новгород

Ожидаемо, наиболее аварийными часами стал вечерний «час пик» с 15:00 до 18:00, а наименее аварийными стали часы раннего утра с 03:00 до 06:00 (2354 ед. и 297 ед. соответственно). В отличие от вечернего, утренний «час пик» не выделяется регулярностью ДТП (1341 ед.). После вечернего «часа пик» наблюдается снижение количества ДТП до 1571 ед. в период с 18:00 до 21:00, а затем увеличение с 21:00 по 00:00 до 2006 ед., в этот промежуток времени наблюдается наибольшее количество погибших по сравнению с остальными – 71 чел.

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, о том, что наиболее аварийными месяцами стали август, сентябрь, октябрь, а наименее апрель и февраль. Это может быть связано с большим количеством выпадаемых осадков, при которых снижается видимость, а также образуются лужи на дорогах, что приводит к ухудшению тормозных свойств автомобиля. Помимо этого, на эти месяцы приходится закрытие «дачного сезона» и сбор урожая, вследствие чего, возрастает интенсивность транспортных потоков. В будни нельзя выделить какой-либо день, который бы выбивался из статистики. В выходные, ожидаемо, число ДТП снижается, это связано с меньшей интенсивностью транспортных потоков в городе, так как многие люди предпочитают проводить выходные дома, либо в теплое время года за городом. Рассматривая статистику ДТП по времени суток, выделяется вечерние время, особенно «час пик» с 15:00 до 18:00. Самое большое количество погибших также наблюдается в темное время суток, когда возрастают скорости движения из-за снижения интенсивности транспортных потоков, что в свою очередь увеличивает тормозной путь и ухудшает видимость пешеходов и стоящих транспортных средств, особенно в местах без освещения.

1.Официальный сайт Министерства внутренних дел Российской Федерации – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://stat.gibdd.ru/

УДК 692.02

СТРЕЛЬНИКОВ В. М., ПОМЕЛОВ Ф.П., ЯХЛАКОВ А.А., КУЛАГИН А. Л., КОРЧАЖКИН М.Г.

ЭКОНОМИЧНОСТЬ В ИСПОЛЬЗОВАНИИ И ОБСЛУЖИВАНИИ АВТОМОБИЛЯ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКЕ В СРАВНЕНИИ С БЕНЗИНОВОЙ ВЕРСИЕЙ ДЛЯ ТАКСОМОТОРНОГО АТП

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Дискуссии на тему эффективности и удобства использования электрических такси Споры на тему эффективности и удобства использования электрических такси вместо автомобилей с ДВС не прекращаются. Некоторые сторонники экологически чистых технологий утверждают, что электрические такси помогут снизить уровень загрязнения воздуха и уменьшить зависимость от ископаемых ресурсов.

Однако противники перехода на электрические такси указывают на недостатки таких транспортных средств, включая ограниченную дальность поездки, необходимость длительной зарядки и высокие затраты на обслуживание и замену батарей.

В своей работе я постараюсь разобрать одни из наиболее важных аспектов при проработке экономического вопроса, для сравнения будут использованы автомобили: Evolute i-Pro (сокращение «E») на электротяге и Lada Granta (сокращение «LG») с ДВС.

Основные экономические преимущества перехода таксопарков на электромобили Сокращения расходов на топливо:

Для LG расход на 100 км. (при условии, что мы будем заправлять машину топливом АИ92

по 51.35 рублей за литр топлива (данные на 30.04.2024), а расход авто 6.5 л. на 100 км. (данные взяты из руководства по эксплуатации) будет равен 334 рубля.

Для Е расход на 100 км. (расход Е на 100 км. 12.6 – 13.6 кВт, берем среднее значение 13 кВт; считаем стоимость 1 кВт электроэнергии для юр. лица, предприятия, потребляемого в месяц более 670 кВт, находящегося в Нижегородской области, учитывая дневные и ночные пиковые периоды, получается в среднем: 1 кВт ≈ 9 руб.) будет равен 117 рублей. Сокращение расходов на обслуживание (берем среднесуточный пробег у обоих авто по 250 км.): У LG нормативные пробеги до капитального ремонта (ресурсный пробег) L_p = 150 000 км., до ТО-1 L_1 = 5 000 км., до ТО-2 через L_2 = 20 000 км. (данные взяты по Напольскому Г.М. «Технологическое проектирование АТП и СТО). После корректировки данных пробегов по коэффициентам, которые учитывают условия эксплуатации (K_1 для г. Нижнего Новгорода – 0.8, тип подвижного состава K_3 = 1 (легковой автомобиль), а также после корректировки по кратности, пробеги становятся Lp = 120 000 км., до ТО-1 L_1 = 4 000 км., до ТО-2 через L_2 = 16 000 км. До ресурсного пробега выполняется 30 ТО-1 и 8 ТО-2, средняя стоимость ТО-1 ≈ 7 100 руб., средняя стоимость ТО-2 ≈ 8 200 руб. Получается, что до капитального ремонта нужно будет потратить 278 600 рублей. У Е нормативные пробеги до капитального ремонта L_p = 430 000 км. (пробег берем до замены батареи, которая рассчитана на 1 000 зарядок, по нормативным документам зарядки хватает на 430 км.), до ТО-1 L_1 = 15 000 км., до ТО-2 через L_2 = 45 000 км. (данные взяты из руководства по эксплуатации). После корректировок, которые описаны выше, получаем Lp = 360 000 км., L_1 = 12 000 км., до ТО-2 через L_2 = 36 000 км. До ресурсного пробега выполняется 30 ТО-1 и 10 ТО-2, средняя стоимость ТО-1 ≈ 6 300 руб., средняя стоимость ТО-2 ≈ 7 600 руб. Получается, что до капитального ремонта нужно будет потратить 265 000 рублей. Исходя из расчетов мы видим, что расходы на обслуживание для Е ниже, чем для LG, даже при условии того, что у первого ресурсный пробег больше в 3 раза, чем у второго.

УДК 629.331

СТРЕЛЬНИКОВ В. М., БЕРДНИКОВ Л.А.

ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ДЕЙСТВИЯ ЭКИПАЖА ИНКАССАЦИИ ПРИ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ. ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ И НАДЕЖНОСТИ ПРОЦЕССА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В наше время транспортировка денег и драгоценностей становится всё более востребованным и ответственным делом. Каждый день миллионы денежных средств перевозятся по всему миру, от малых сумм наличных до банковских переводов на миллионы долларов. Кроме того, транспортировка денег является одним из самых рискованных занятий, так как она может стать объектом ограбления или кражи.

Перевозкой денег занимаются инкассаторские службы или банки, у которых есть свой отдел инкассации. Перед поступлением на работу сотрудники инкассации проходят обучение и сдают экзамены. Обучение включает правовую, физическую, огневую и техническую подготовку. Во время работы специалисты также обучаются, сдают нормативы, участвуют в соревнованиях.

Одним из главных правил для экипажей инкассации - безопасность. Они должны уметь обеспечивать свою безопасность и безопасность перевозимых ими ценностей. В случае, если происходит нападение или ограбление, их главной задачей является предотвращение угрозы и обеспечение безопасного окружения для себя и окружающих.

Для выполнения своих обязанностей и действий во время чрезвычайных ситуаций, экипажи инкассации руководствуются различными документами и регламентами. Основные из них:

1. Компания инкассации предоставляет экипажам соответствующие инструкции и процедуры, которые регулируют действия в случае чрезвычайных ситуаций. Эти инструкции могут включать такие аспекты, как тревога, обращение с оружием, меры самозащиты и другие.
2. Государственные органы и правоохранительные структуры также могут иметь свои правила и регламенты в отношении действий экипажей инкассации в случае чрезвычайных происшествий. Например, в различных странах могут действовать законы и правила в отношении применения оружия или сотрудничества с полицией.
3. Международные и национальные стандарты безопасности могут также содержать положения относительно действий экипажей инкассации при чрезвычайных происшествиях. Это может включать обучение персонала, оборудование, которое должно быть на борту транспортного средства, и другие аспекты.

Важно отметить, что конкретные документы и регламенты могут варьироваться в зависимости от компании, страны и условий работы. Эти документы и требования постоянно обновляются, чтобы соответствовать изменяющимся обстоятельствам и обеспечить безопасность для экипажей инкассации и окружающих.

В России одним из важных документов, который описывает действие экипажа инкассации при ЧП, является «Методическая рекомендация Банка России от 10 ноября 2015 г. № 33-МР "По проведению мероприятий, направленных на безопасность перевозки, инкассации наличных денег"». Во внутренних организационно-распорядительных документах рекомендуется предусмотреть перечень чрезвычайных и нештатных ситуаций при перевозке, инкассации наличных денег и порядок действий инкассаторских работников в случае их возникновения. Ключевые детали из этого документа:

При определении порядка действий инкассаторских работников в случае возникновения чрезвычайных и нештатных ситуаций целесообразно исходить из следующего:
- инкассаторским работникам рекомендуется не превышать пределов необходимой обороны;
- расстановку приоритетов рекомендуется осуществлять в следующей последовательности: первостепенным является защита жизни и здоровья инкассаторских работников, затем - сохранность перевозимых, инкассируемых наличных денег, далее - сохранность спецавтомобиля и другого имущества.

Инкассация при перевозке денег использует различные современные технические средства для обеспечения безопасности и надежности процесса.

Некоторые из них включают:

– Бронированные и бронированные машины: Инкассаторы используют специально оборудованные автомобили с бронированными стенами, окнами и дверьми для защиты от нападений и нападений.
– GPS-трекеры: Для отслеживания и мониторинга передвижения инкассационных машин используются GPS-трекеры. Они помогают контролировать маршруты и местоположение машин в режиме реального времени.
– Электронные системы контроля доступа: Для обеспечения безопасности внутри машины инкассаторы используют различные средства контроля доступа, такие как электронные замки, пин-коды или считыватели отпечатков пальцев.
– Видеонаблюдение: Многие инкассационные машины оборудованы системами видеонаблюдения, которые записывают все происходящее внутри и вокруг машины. Это позволяет иметь доказательства в случае инцидентов или преступлений.
– Взрывозащитные устройства: Для защиты денежных средств и инкассаторов от нападений с применением взрывчатых веществ инкассационные машины могут быть оборудованы специальными взрывозащитными системами, например сейфами, которые способны выдерживать сильные взрывы.

– Защищенная коммуникация: Инкассация использует защищенные каналы связи, такие как шифрование радиосвязи или специальные электронные системы связи, для передачи информации между инкассационными машинами и центральным управлением.

Все эти средства помогают обеспечить безопасность и надежность процесса инкассации при перевозке денег.

Библиографический список

1. Бердников Л. А. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: комплекс учебно-методических материалов/ Бердников Л. А. [и др.]. – Р. Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2009 – 150с.
2. Федеральный закон от 10.07.2002 № 86-ФЗ «О Центральном банке Российской Федерации (Банке России)», ред. от 30.12.2021 № 484-ФЗ.
3. Методические рекомендации Банка России от 10 ноября 2015 г. № 33-МР "По проведению мероприятий, направленных на безопасность перевозки, инкассации наличных денег".

УДК 621

СЫЧЕВ И.Н.

ЗАМЕНА РУЛЕВЫХ НАКОНЕЧНИКОВ, СТУПИЧНЫХ ПОДШИПНИКОВ И ШАРНИРОВ РАСТЯЖКИ ПЕРЕДНЕЙ ПОДВЕСКИ (РОМАШЕК) НА АВТОМОБИЛЕ LADA ВАЗ-2170 PRIORA

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

LADA Priora — семейство рестайлинговых российских автомобилей, ранее носивших названия «Lada 110», «Lada 111», «Lada 112», III группы малого класса, выпускавшихся ПАО «АвтоВАЗ» с 2007 по 2018 год. Головной моделью семейства является седан, носящий по отраслевой нормали ОН 025270-66 ВАЗ-2170.





Рис.1. Замена рулевых наконечников

Наконечники рулевых тяг представляют собой шаровые шарниры, которые передают усилия от рулевых тяг поворотным кулакам и обеспечивают вращение колес.

Для более простой замены рекомендуется использовать специальный съемник, но при его отсутствии вполне можно справиться и обычным молотком.

Изначально следует расшплинтовать крепёжную гайку наконечника вытащив проволоку из отверстия. Далее открутить верхнюю и нижнюю гайки. При долгом использовании шпилька наконечника сильно прикипает и ее сложно удалить из своего посадочного места. Для этого и создан съемник но при его отсутствии можно несколькими ударами молотка снизу вверх выбить шпильку. Далее следует открутить рулевой наконечник от тяги. На рулевой тяге стоит обратная резьба. При откручивании наконечника нужно считать количество сделанных оборотов, чтобы не сбить сход развал автомобиля.

После снятия рулевого наконечника рекомендуется обработать резьбовые соединения медной смазкой во избежание затвердевания. При накручивании нового наконечника на тягу следует соблюсти то же количество оборотов, которое было при снятии. После установки нового наконечника следует закрутить нижнюю и верхнюю гайки и зашплинтовать нижнюю. Рекомендуется даже при точном запоминании оборотов после замены установить правильный сход развал в сервисном центре.



Замена шарниров растяжки передней подвески (ромашек)

1. Снимаем колесо.
2. Зачищаем болты и обрабатываем wd40 либо другой смазкой.
3. Срываем болт ромашки на 24 и откручиваем его.
4. Откручиваем болт рычага.
5. Откручиваем болт стабилизатора.
6. Откручиваем болты шаровой опоры на 10.
7. Снимаем рычаг.
8. Выбиваем ромашки с помощью молотка и отвертки и зачищаем посадочные места.
9. Устанавливаем новые ромашки с помощью молотка.
10. Собираем все в обратном порядке.

Замена ступичного подшипника

1. Снимаем колесо.
2. Откручиваем направляющие.
3. Расшплинтовываем ступичную гайку и откручиваем.
4. С помощью съемника снимаем ступицу.
5. Обычно после снятия ступицы внутренняя обойма подшипника остается на цапфе.
6. Оставшуюся обойму стягиваем тем же съемником либо отвертками или другими подручными средствами.
7. Далее впрессовываем подшипник из ступицы и запрессовываем новый, с помощью пресса либо тисков/ трубы или других подручных средств. Собираем все в обратном порядке, параллельно смазывая медной смазкой.

Далее приложена информация по ТО, взятая из сервисной книги по данному автомобилю.
Регламент технического обслуживания.

ДВИГАТЕЛЬ И ЕГО СИСТЕМЫ								
Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Проверка отсутствия посторонних стуков и шумов на работающем двигателе	+	+	+	+	+	+	+	+
Подтяжка креплений деталей системы выпуска отработавших газов, кронштейнов и опор силового агрегата	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка токсичности отработавших газов	+	+	+	+	+	+	+	+
Замена масла и масляного фильтра	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка герметичности систем охлаждения, питания и выпуска отработавших газов. Оценка состояния шлангов, трубопроводов, соединений	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка состояния и регулировка натяжения ремня привода ГРМ*	–	–	–	–	–	–	–	+
Замена сменного элемента воздушного фильтра	–	–	+	–	+	–	+	–
Замена свечей зажигания	–	–	+	–	+	–	+	–
Замена топливного фильтра	–	–	+	–	+	–	+	–
Замена охлаждающей жидкости**	–	–	–	–	–	+	–	–
Замена датчиков концентрации кислорода	–	–	–	–	–	+	–	–

* Замену ремня привода ГРМ завод-изготовитель рекомендует проводить через 200 тыс. км пробега.

** Или через пять лет, в зависимости от того, что наступит раньше.

ТРАНСМИССИЯ								
Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**

Проверка и регулировка привода управления коробкой передач	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка отсутствия посторонних стуков и шумов при работе сцепления, коробки передач, приводов передних колес	+	+	+	+	+	+	+	+
Подтяжка креплений картера сцепления и коробки передач	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка уровня масла в коробке передач и герметичность агрегата	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка состояния защитных чехлов и шарниров приводов передних колес, тяги управления коробкой передач и реактивной тяги коробки передач	+	+	+	+	+	+	+	+
Замена масла в коробке передач**	–	–	–	–	–	+	–	–

* Замену завод-изготовитель рекомендует проводить через 200 тыс. км пробега.
** Или через пять лет, в зависимости от того, что наступит раньше.

ХОДОВАЯ ЧАСТЬ								
Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Проверка состояния элементов передней и задней подвесок	+	+	+	+	+	+	+	+
Регулировка углов установки передних колес	-	-	+	-	+	-	+	-
Подтяжка креплений: телескопических стоек, рычагов, растяжек, штанги и стоек стабилизатора поперечной устойчивости, а также поперечины передней подвески; амортизаторов и рычагов балки задней подвески	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка состояния дисков и шин, перестановка колес по схеме	-	-	+	-	+	-	+	-

РУЛЕВОЕ УПРАВЛЕНИЕ								
Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Проверка исправности механизма регулировки рулевой колонки по углу наклона	-	+	+	+	+	+	+	+
Подтяжка креплений рулевого механизма	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка суммарного люфта рулевого	-	+	+	+	+	+	+	+

управления								
Проверка состояния шарниров наконечников рулевых тяг, их чехлов и чехлов рулевого механизма	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка исправности электроусилителя рулевого управления	+	+	+	+	+	+	+	+

ТОРМОЗНАЯ СИСТЕМА

Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Проверка исправности сигнального устройства уровня жидкости в бачке, герметичности гидропривода, состояния шлангов и трубок тормозной системы	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка состояния колодок тормозных механизмов передних колес	-	+	+	+	+	+	+	+
Проверка состояния колодок тормозных механизмов задних колес	-	-	+	-	+	-	+	-
Проверка регулировки стояночной тормозной системы	+	-	+	-	+	-	+	-
Проверка исправности вакуумного усилителя тормозов	-	-	-	+	-	-	+	-
Проверка работоспособности регулятора давления в тормозных механизмах задних колес	-	-	+	-	+	-	+	-
Замена тормозной жидкости*	-	-	-	+	-	-	+	-

* Замену завод-изготовитель рекомендует проводить через 200 тыс. км или через три года, в зависимости от того, что наступит раньше.

ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЕ

Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Проверка отсутствия следов замыканий и видимых повреждений изоляции проводов	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка работоспособности элементов электрооборудования: генератора, осветительных и контрольных приборов, отопителя, обогрева заднего стекла, регулятора направления пучков света фар, электроприводов стеклоподъемников и блокировки замков дверей	+	+	+	+	+	+	+	+
Проверка состояния и регулировка натяжения ремня привода генератора	-	+	+	+	-	+	+	+

Замена ремня привода генератора	-	-	-	-	+	-	-	-
Проверка уровня и плотности электролита обслуживаемой аккумуляторной батареи	-	+	+	+	+	+	+	+
Зачистка клемм проводов и выводов аккумуляторной батареи, нанесение на них смазки	-	-	+	-	+	-	+	-
Регулировка направления пучков света фар	+	-	-	+	-	-	+	-
КУЗОВ								
Наименование операции тыс. км годы	**Пробег или продолжительность эксплуатации (что наступит раньше)**							
	2,5	**15**	**30**	**45**	**60**	**75**	**90**	**105**
	0	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
Прочистка дренажных отверстий дверей и порогов	-	+	+	+	+	+	+	+
Замена фильтра системы вентиляции и отопления	-	+	+	+	+	+	+	+
Проверка работоспособности замков дверей, капота, крышки багажника, механизмов сидений и ремней безопасности	+	+	+	+	+	+	+	+
Смазка троса привода замка капота, замков дверей, поверхностей трения ограничителей и петель дверей, шарнира крышки лючка заливной горловины топливного бака	-	+	+	+	+	+	+	+

УДК 629.331

ТАЛИБДЖАНОВ ХУСНИДДИН. БЕРДНИКОВ Л. А.

ПЕРЕВОЗКА ГАЗА И НЕФТЕПРОДУКТОВ ИЗ ТУРКМЕНИСТАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Транспортные маршруты и глобальное влияние

Туркменистан, обладая одним из крупнейших запасов природного газа в мире, играет ключевую роль в мировой энергетике. Его стратегическое местоположение и богатые ресурсы делают эту страну важным игроком на мировой арене по перевозке газа и нефтепродуктов. В этой статье мы рассмотрим основные транспортные маршруты для перевозки этих ресурсов из Туркменистана и их глобальное влияние.[1]

1. Транспорт газа:

Транспорт по трубопроводам: Туркменистан обладает обширной сетью газопроводов, включая Туркменистан-Китай, Туркменистан-Иран и Туркменистан-Афганистан-Пакистан-Индия (TAPI). Эти трубопроводы играют важную роль в экспорте туркменского газа в различные страны, обеспечивая стабильные поставки и разнообразие маршрутов.

Экспорт в Европу: Проекты, такие как Транскаспийский газопровод, направлены на расширение туркменских возможностей по экспорту газа в Европу, предоставляя альтернативные источники энергии для региона.

2. Транспорт нефтепродуктов:

Экспорт через железную дорогу: Туркменистан также использует железные дороги для экспорта нефтепродуктов, включая нефть и нефтепродукты, в соседние страны, такие как Иран и Афганистан.

Морские перевозки: Порт Туркменбаши является ключевым узлом для экспорта нефти и нефтепродуктов через Каспийское море, обеспечивая доступ к мировым рынкам и диверсификацию транспортных маршрутов.

Глобальное влияние:

Перевозка газа и нефтепродуктов из Туркменистана имеет значительное глобальное влияние:

Энергетическая безопасность: Стабильные поставки энергоносителей из Туркменистана способствуют энергетической безопасности для многих стран, особенно в регионе Центральной Азии и Южной Азии. Экономическое развитие: Экспорт газа и нефтепродуктов является ключевым источником доходов для Туркменистана, способствуя экономическому развитию и инвестициям в стране.[2]

Политическая значимость:

Туркменистан играет активную роль в международной политике благодаря своей роли поставщика энергоносителей, что делает его важным партнером для многих стран и региональных блоков. В целом, перевозка газа и нефтепродуктов из Туркменистана играет ключевую роль в мировой энергетике, обеспечивая стабильные поставки и способствуя экономическому и политическому развитию не только самой страны, но и региона в целом.

Перевозка газа и нефтепродуктов из Туркменистана на автомобиле может быть сложной из-за дальности и особенностей транспортировки. Обычно используются специализированные цистерны для безопасной перевозки жидкостей, а маршруты могут требовать согласования с местными и международными правилами и ограничениями. Перевозка включает в себя ряд этапов. Сначала необходимо загрузить газ или нефтепродукты в специально оборудованные цистерны или баки. Затем груз тщательно проверяется на соответствие стандартам безопасности и качества. Далее выбирается оптимальный маршрут с учетом дорожных условий, расстояния и других факторов. В процессе перевозки водитель должен соблюдать все правила безопасности и транспортные нормы. Прибыв на пункт назначения, груз выгружается с тщательной проверкой на предмет повреждений или утечек.

Транспортировка газа и нефтепродуктов из Туркменистана может осуществляться различными способами, включая автомобильный транспорт. Еще используют грузовики с установленными специальными контейнерами или цистернами для перевозки газа и нефтепродуктов [3].

Библиографический список

1. Berdimuhamedov, Gurbanguly. "Turkmenistan Energy Policy, Laws and Regulations Handbook Volume 1 Strategic Information and Basic Laws." International Business Publications, 2015.
2. Kandiyohi, Rafael. "Turkmenistan's Gas: Resources, Strategy, and Geopolitics." Oxford Institute for Energy Studies, 2011.
3. Özden, Meltem. "Energy Policies of Turkey during 2002-2017: A Review of Energy Policy and Gas Infrastructure." Energy Strategy Reviews, vol. 20, 2018, pp. 96-104.
4. "Turkmenistan Country Profile." U.S. Energy Information Administration, www.eia.gov.
5. "Turkmenistan Oil and Gas Strategic Analysis and Outlook to 2025- Forecasts of Supply, Demand, Investment, Companies and Infrastructure." OG Analysis, 2015.

УДК 629.331

ФЕОКТИСТОВ М.А

ЭЛЕКТРОМОБИЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

С каждым годом электромобили продолжают набирать обороты на автомобильном рынке, становясь неотъемлемой частью современной технологической революции. Эта группа автомобилей, работающих исключительно на электрической энергии, представляет собой ответ на вызовы современности, такие как изменение климата и поиск альтернативных источников энергии.

Одним из ключевых преимуществ электрокаров является их экологическая дружелюбность. Поскольку они не имеют выхлопных газов и не зависят от нефтепродуктов, электромобили считаются более чистыми в эксплуатации и способствуют снижению уровня загрязнения окружающей среды. В связи с этим они становятся все более привлекательными для потребителей, которые стремятся сделать свой вклад в снижение углеродного следа.

Еще одним важным аспектом электромобилей является их эффективность. Такие автомобили имеют возможность использовать энергию более эффективно по сравнению с традиционными внутренними сгорания, что приводит к снижению расходов на топливо и обслуживание. Благодаря технологическому прогрессу в области аккумуляторов, современные электромобили обеспечивают впечатляющий запас хода, что делает их все более конкурентоспособными на рынке автомобилей.

Однако на пути к повсеместному распространению электрокаров остаются определенные препятствия. Одним из них является недостаточная инфраструктура зарядных станций, что делает процесс зарядки менее удобным для пользователей. Тем не менее, с увеличением государственных и частных инвестиций в развитие зарядной сети этот аспект постепенно улучшается.

В целом электромобили представляют собой насыщенную область исследований и инноваций в автомобильной индустрии. С каждым годом производители работают над усовершенствованием технологий, увеличением запаса хода и снижением стоимости электрокаров, делая их более доступными для широкой аудитории. В перспективе можно ожидать дальнейшего роста популярности и совершенствования электромобилей как ведущего направления развития автомобильной промышленности.

Характеристики электрокаров:

Мощность: электрокары оснащают силовыми установками, чья мощность достигает нескольких сотен лошадиных сил. А до сотни такие авто разгоняются за считанные секунды.

Запас хода: однако большинству электромобилей столь выдающаяся динамика не требуется. Особенно, если машина приобретается для каждодневной езды на работу и домой. В этом случае более важный показатель – дальность хода, который определяется емкостью батареи.

Скорость зарядки батареи: этот параметр тоже зависит от емкости батареи. На скорость зарядки также влияет способность АКБ принимать мощный заряд большим током. Чтобы зарядить батарею от бытовой розетки, потребуется потратить всю ночь. Более быстрый и безопасный способ – зарядка через настенную электрозарядную станцию. С ее помощью батарея восполнит заряд за 4-6 часов. Многие модели поддерживают управление через смартфон, а зарядку можно настроить по графику, экономя на электроэнергии. Еще один способ зарядить электрокар – подключиться к мощной станции постоянного тока. Такие терминалы заряжают батарею до 80% всего за 30-40 минут. Это отличный вариант для экс-

тренного пополнения заряда в дороге, но слишком часто обращаться к нему не рекомендуется, поскольку они перегружают АКБ, ускоряя процесс деградации.

Библиографический список

1. https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B8
2. https://cyberleninka.ru/article/n/elektromobili-kak-lichnyy-transport-buduschego
3. https://www.hse.ru/news/804540601.html
4. https://avtocharge.ru/chto-nuzhno-znat-ob-elektromobilyax/
5. https://innoeco.ru/postsView/Elektromobil-preimucshestva_nedostatki_perspektivy_35.html

УДК 621

ЧИЧАЕВ Г.А., ОТУРИН А.С., ГОНЧАРОВ К.О.

СБОР СТАТИСТИКИ АВАРИЙНО-ОПАСНОГО ПЕРЕКРЁСТКА «УЛ. КРАСНОДОНЦЕВ – УЛ. СОВЕТСКОЙ АРМИИ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нижний Новгород является городом с населением в 1 213 477 чел. (2023 г.), в следствии чего имеет обширную дорожную инфраструктуру, которой пользуется значительное количество автомобилей (около 352 тысяч). Эти факторы способствуют повышенной аварийности на дорогах общего пользования и образованию особых опасных участков, которые выделяются статистикой по ДТП среди остальных.

Объектом исследования является перекрёсток ул. Краснодонцев – ул. Советской армии Автозаводского района. Ул. Краснодонцев – четырёх полосная дорога второй категории, проходящая через микрорайон «Соцгород 2». Ул. Советской армии – двух полосная дорога третьей категории, которая оканчивается автобусным кольцом. Данный перекрёсток был выбран в связи с повышенным количеством ДТП по статистике Яндекс карт. Целями исследования будут являться: анализ загруженности дорожных направлений и пешеходных дорожек, счёт фаз светофоров, анализ дорожной инфраструктуры.

Видеозапись перекрёстка велась 28 ноября 2023 года в утренние (7:00-8:00) и вечерние (19:00-20:00) часы-пик. Подсчёт интенсивности автомобилей и пешеходов проводился по отснятому видеоматериалу в соответствии с ГОСТ 32965-2014 «Дороги автомобильные общего пользования. Методы учёта интенсивности движения транспортных средств». Были зафиксированы фазы светофоров. Расположения знаков были замерены вручную специальной рулеткой и сравнены с ГОСТ Р 52289-2019 (Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств)

Благодаря выполненным замерам и фотографиям как с места исследования, так и со спутниковых карт были созданы две модели исследуемого перекрёстка, в программе «Indor TrafficPlan 2023». Первая модель показывает текущие дорожные знаки и разметку (Рис 1.1). Вторая модель показывает фазы светофоров перекрёстка (Рис 1.2).

Имея интенсивность каждого дорожного направления (поделённую на типы транспорта), была рассчитана приведённая интенсивность соответствующих направлений, а затем сравнена с пропускной способностью соответственных дорог. На основе посчитанного были сделаны две таблицы и две картограммы для транспортных средств (Рис 2.1 и 3.1) и для пе-

шеходов (Рис 2.2 и 3.2). Направления 2 и 8 имеют перегруз. Размер пешеходных дорожек соответствует потоку проходящих пешеходов.

В итоге в процессе исследования была получена и структурирована статистика и информация об: интенсивности пешеходов, приведённой и не приведённой интенсивности движения транспортных средств на всём перекрёстке, картограмма загруженности перекрёстка для пешеходов и транспортных средств, модель перекрёстка, время фаз светофоров.

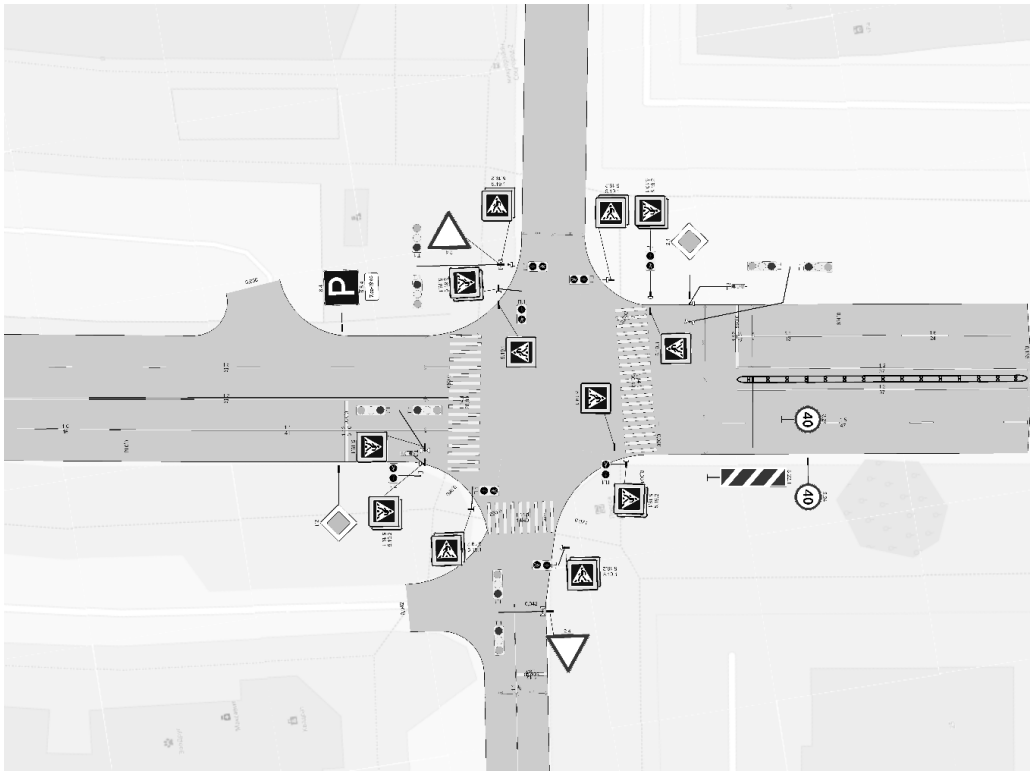


Рис 1. Модель пересечения ул. Краснодонцев и ул. Советской армии

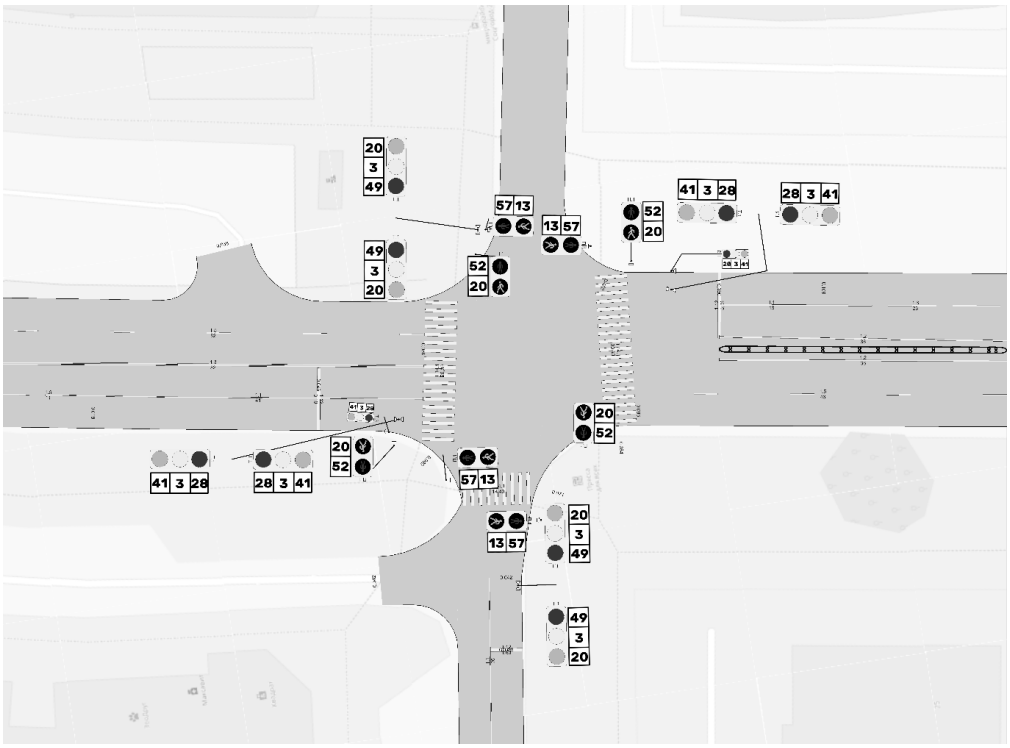


Рис.2. Фазы светофоров на перекрёстке

Показатели	Направление 1		Направление 2		Направление 3		Направление 4	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Nпр	17	16	701,3	538,5	44	92	116,7	78,1
Рпп	909	909			909	909	909	909
Рмп			864	864				
Z	0,018702	0,017602	0,81169	0,623264	0,048405	0,10121	0,128383	0,085919
Zобщ	0,018		0,717		0,075		0,107	

Показатели	Направление 5		Направление 6		Направление 7		Направление 8	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Nпр	42,6	32,4	150	136,6	163,8	136	643	511,4
Рпп	909	909	909	909	909	909		
Рмп							864	864
Z	0,046865	0,035644	0,165017	0,150275	0,180198	0,149615	0,744213	0,591898
Zобщ	0,041		0,158		0,165		0,668	

Показатели	Направление 9		Направление 10		Направление 11		Направление 12	
	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер	Утро	Вечер
Nпр	3,5	8	9,8	28,4	52,8	20	26,6	35,5
Рпп	909	909	909	909	909	909	909	909
Рмп								
Z	0,00385	0,008801	0,010781	0,031243	0,058086	0,022002	0,029263	0,039054
Zобщ	0,006		0,021		0,040		0,034	

Рис 3. Приведённая интенсивность транспортных средств

	Направление 1			Направление 2			Направление 3			Направление 4		
	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог
Кол-во пеш.	82	97	179	60	102	162	94	85	179	21	46	67

	Направление 5			Направление 6			Направление 7			Направление 8		
	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог	Утро	Вечер	Итог
Кол-во пеш.	57	55	112	30	102	132	89	85	174	98	81	179

	На перекрёстке за 1ч.		
	Утро	Вечер	Итог
Кол-во пеш.	531	653	1184

Рис 4. Интенсивность пешеходов

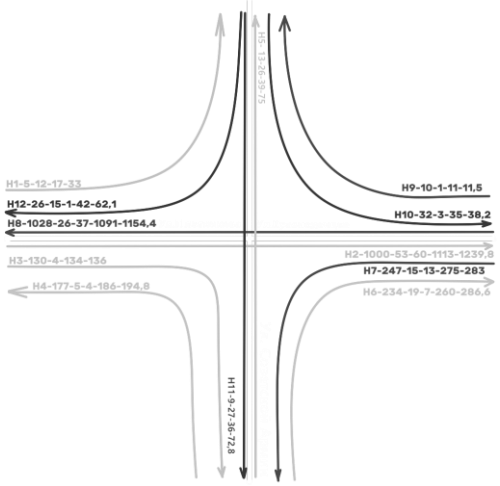


Рис 5. Картограмма транспортных средств

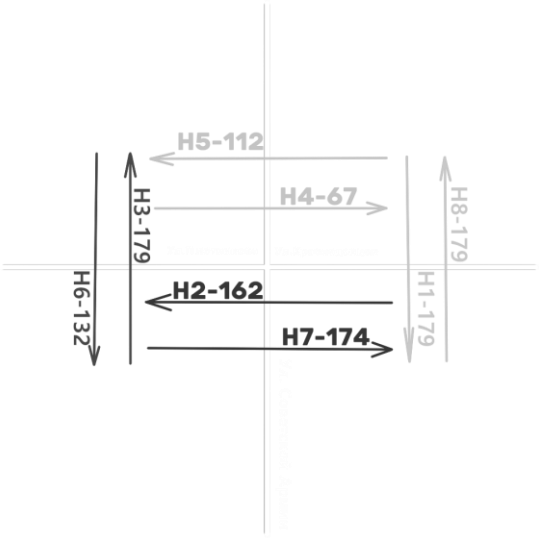


Рис. 6. Картограмма пешеходов

Библиографический список

1. «Национальный стандарт Российской Федерации. Технические средства организации дорожного движения. Правила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и направляющих устройств» ГОСТ Р 52289-2019
2. «Дороги автомобильные общего пользования. Методы учёта интенсивности движения транспортных средств» ГОСТ 32965-2014

УДК 637

ШЛЫК П. В., БЕРДНИКОВ Л. А., КУТАСОВ И.А.

СПОСОБЫ ПЕРЕВОЗКИ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Транспортные компании использует два основных способа транспортировки, соответствующие законодательным нормативам, таких как:

Наливом в цистернах

Это подходящий вариант для свежего или пастеризованного молока без тары. Для сохранения продукта в пути следования требуется в первую очередь построить оптимальный маршрут до места назначения. По пути следования важно соблюдать определенные условия. Если молоко перевозится в летнее время, его кислотность не должна превышать 1° Тернера, а температура внутри цистерны 6° С. В осенне-зимний период не допускается падение температуры продукта ниже 2° С

Цистерны пред заполнением моются и дезинфицируются

С использованием тары

Продукция, имеющая потребительскую упаковку, доставляется в коробках или ящиках. Молоко, сметана, творог, сливки могут размещаться во флягах. В процессе транспортировки должен соблюдаться температурный режим, регламентированный для перевозки конкретного вида молочных изделий

Виды тары для молочной продукции

Каждый вид пищевых изделий из молока имеет свою упаковку. Это необходимо для сохранения вкусовых характеристик и соблюдения сроков годности

Фляги и бочки для жидких молочных продуктов

Перевозка в такой таре осуществляется всеми видами крытого автотранспорта в прохладное время суток. Если груз транспортируется в автомобиле с открытым кузовом, его требуется накрыть смоченным в воде брезентом. Это предохранит молоко от нагревания в пути. Чтобы избежать образования жира, фляги заполняются доверху. Масло топленое перевозится в деревянных бочках. На их внутреннюю поверхность помещаются вкладыши из полимерной пленки или они покрываются казеиновой эмалью

Ящики

В деревянной таре доставляют блоки сливочного масла весом от 20 до 25 кг, упакованные в пергамент или каширированную фольгу, сыры твердых сортов. Брикеты масла от 20 до 500 грамм помещают в картонные коробки. Для перевозки творога и сырков используют полимерные контейнеры.

Полиэтиленовые и бумажные мешки для перевозки сухого молока автотранспортом

Осуществляя доставку данного продукта нельзя допускать его намокания и рассыпания. Для этого используются вакуумные полиэтиленовые или четырехслойные бумажные мешки. В особых случаях, когда при перевозке не избежать контакта с водой, применяются мешки с вкладышем.

Вывод: По регламенту для каждого вида молочной продукции подходит определенный способ перевозки, который обеспечивает максимальную сохранность качества

Библиографический список

1. А.Э. Горев. Грузовые автомобильные перевозки - М.: ИД Академия, 2008.
2. Л.А. Бердников, Н.А. Кузьмин. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте.
3. технические регламенты ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции»
4. ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции»
5. ФЗ № 29-ФЗ от 02.01.2000 г. «О качестве и безопасности пищевых продуктов»;
6. СП 2.3.6.1066-01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям торговли и обороту в них продовольственного сырья и пищевых продуктов»;
7. ФЗ №2300-1 от 07.02.1992 (ред. 01.05.2017 г.) «О защите прав потребителей»;
8. ГОСТ Р 51074-2003. «Продукты пищевые. Информация для потребителя. Общие требования» (с Изменением N 1);
9. Постановление Правительства РФ №55 от 19.01.1998 г.

УДК 621

ЩЕРБАКОВА А.В

БУДУЩЕЕ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА: РАЗВИТИЕ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И АВТОНОМНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобили сегодняшнего дня пользуются популярностью благодаря своей комфортности, однако они оказывают негативное воздействие на окружающую среду и требуют больших затрат на топливо, которое становится все дороже. Эти факты привели к тому, что развитые страны стали разрабатывать и выпускать менее расточительные и более экологичные автомобили. Комплексный подход и постоянное внедрение новых идей играют ключевую роль в дальнейшем развитии автомобильной отрасли. В этой статье мы постараемся

объяснить, что представляет собой транспорт будущего, которое уже становится настоящим – электромобили и автономные автомобили, а также проанализируем их продажи.

Электромобиль – автомобиль, который приводится в движение одним или несколькими электродвигателями с питанием от автономного источника электроэнергии (аккумуляторов, топливных элементов и т.п. Принцип работы электромобиля основан на использовании электрической энергии из батарей, которая преобразуется в механическую энергию движения. Электромобиль состоит из нескольких ключевых компонентов: 1. Батареи (обычно литий-ионные аккумуляторы) 2. Электрический двигатель (для преобразования электрической энергии в механическую энергию) 3. Контроллер (управляет работой электрического двигателя) 4. Редуктор (понижает частоту вращения двигателя).

Зарядка батарей происходит через электрическую сеть или специальные зарядные станции. Кроме отмеченных ранее преимуществ электромобиля, есть и ещё одно: такой автомобиль гораздо тише в работе, чем обычные автомобили, что обеспечивает более плавный разгон с быстрым ускорением. Так же стоит отметить, что из-за меньшего количества деталей и узлов, повышается надежность электромобиля и, как следствие, уменьшаются затраты на ремонт и обслуживание.

Однако есть и недостатки. Во-первых, станции для подзарядки не так широко распространены, как заправочные станции. Во-вторых, электричество, необходимое для зарядки, не является бесплатным. Ограниченная скорость и короткий пробег также являются недостатками электромобилей. Время перезарядки также занимает несколько часов, что также может быть неудобно для владельцев электромобилей. Еще одним недостатком является то, что многие электромобили имеют всего два сиденья, что делает их неудобными для перевозки больших семей. Замена батареи также необходима через несколько лет эксплуатации автомобиля, что также может увеличить общие затраты на его обслуживание. Наконец, в зимнее время электромобили теряют энергию из-за обогрева салона, стекол и фар, что сокращает их пробег по сравнению с летним периодом.

Что касается автономных автомобилей, это транспортные средства, способные перемещаться без участия человека, используя различные технологии и искусственный интеллект. В последние годы автономные транспортные средства стали все более популярными и активно развиваются в различных отраслях, таких как автомобильная промышленность, логистика и общественный транспорт. Основная цель автономных транспортных средств – обеспечить безопасное и эффективное перемещение людей и грузов без необходимости присутствия водителя.

Принцип работы автономного автомобиля несложен: тс оснащено специальными сенсорами, камерами и радарами, которые непрерывно сканируют окружающую среду и собирают информацию о дорожной обстановке, других участниках движения и препятствиях на пути. Эта информация передается на центральный компьютер, который анализирует ее и принимает решения о маневрах и движении автомобиля. В зависимости от уровня автономности автомобиля, он может полностью управлять движением без участия водителя или требовать его вмешательства в определенных ситуациях.

Преимуществом автономных транспортных средств является повышенный уровень безопасности. Их системы обладают более быстрой реакцией на дорожные ситуации и могут предотвращать аварии, связанные с человеческим фактором, такими как ошибка водителя или несоблюдение правил дорожного движения. Так же автономные тс могут быть особенно полезны для людей с ограниченными возможностями или тех, кто не может водить автомобиль. Они предоставляют возможность для более независимого перемещения и улучшают доступность транспорта для всех членов общества.

Однако стоит учитывать вопросы приватности данных, поскольку автономные автомобили собирают огромное количество информации о своих пассажирах и окружающей среде. Это может вызывать опасения у пользователей относительно безопасности и конфиденциальности их личных данных. Не стоит забывать о человеческом факторе: в условиях сме-

шанного движения автономные автомобили могут сталкиваться с непредсказуемым поведением других участников дорожного движения, что может повлиять на их корректное функционирование.

В будущем предполагается слияние электрических и автономных технологий, что приведет к созданию еще более инновационных и эффективных автомобилей. Такие транспортные средства будут обладать дополнительными функциями и возможностями, повышая комфорт и безопасность для пассажиров. Одним из ключевых вызовов для автомобильного транспорта в ближайшие годы является развитие инфраструктуры зарядных станций для электромобилей. Кроме того, необходимо решить другие вопросы, такие как стандартизация, легализация и общественное доверие к автономным автомобилям.

Спрос на электрокары в России динамично растет. В 2023 году в стране было реализовано 14 тыс. авто на электрическом ходу, это в 4,7 раз больше, чем годом ранее, по данным «Автостата». По подсчетам «Автостата», в пятерку самых популярных брендов электрокаров в России в настоящее время входят китайские марки Zeekr и Voyah, российская Evolute, немецкий Volkswagen и американская Tesla. Владельцы электромашин в России сегодня освобождены от транспортного налога, имеют льготы при страховании ОСАГО, подчеркивает генеральный директор группы компаний «АвтоСпецЦентр» Им также положены бесплатные парковочные места во многих городах, в том числе в столице, бесплатный проезд по ряду коммерческих трасс федерального значения и возможность бесплатно заряжать автомобили на определенных типах станций (к примеру, на сети энергозаправок «Энергия Москвы»). По заявлениям представителей департамента транспорта Москвы, сейчас в столице насчитывается более 3 тыс. электрических заправок, а к 2030 году их число планируется увеличить в десять раз, до 30 тыс. Всего, согласно принятой в 2021-м правительственной концепции развития в РФ автомобильного электротранспорта, к 2030 году в стране должно насчитываться минимум 72 тыс. зарядных станций.

Развитие электромобильного и автономного транспорта сегодня рассматривается многими странами мира как способ решения существующих экологических проблем, возможность формирования новых рынков инновационной продукции и потому активно поддерживается государством различными способами. При этом основными барьерами развития «зеленого» транспорта являются стоимостные и инфраструктурные. К основным драйверам роста мирового рынка таких автомобилей специалисты относят меры государственной поддержки спроса на экологически чистые виды транспорта, принятые во многих странах Европы, в США и Китае, а также технологические достижения в производстве батарей, позволяющих снизить стоимость самого дорогого элемента– аккумулятора. Но несмотря на определенные препятствия и ограничения, будущее автомобильного транспорта обещает быть захватывающим и перспективным, изменяя нашу представление о мобильности и возможностях транспорта.

Библиографический список

1. Электромобиль // Википедия URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электромобиль (дата обращения: 27.04.2022). – Режим доступа: для всех пользователей.
2. Поливанов А.А., Галущак В.С., Зенина О.А., Тихонин С.Н. Современный электромобиль: основные проблемы и перспективы развития // Международный студенческий научный вестник. – 2018. – № 3-2. URL: https://eduherald.ru/ru/article/view?id=18241 (дата обращения: 27.04.2022). – Режим доступа: для всех пользователей.
3. Электромобили: принцип работы, преимущества и недостатки URL: https://www.renwex.ru/ru/ii/ehlektromobili/
4. Будущее автономных транспортных средств URL:https://www.kolesa-darom.ru/articles/budushchee-avtonomnykh-transportnykh-sredstv-kak-skoro-zhdat-bespilotnyy-transport-na-dorogakh/

5. Аналитическое агенство АВТОСТАТ URL: https://www.autostat.ru/

УДК 656.073

ЯХЛАКОВ А.А., БЕРДНИКОВ Л.А., РОЧЕВ Л.С.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРЕВОЗКИ ГОРЮЧЕ-СМАЗОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Под горюче-смазочными материалами (ГСМ) следует понимать любую продукцию из переработанной нефти. По классификации ДОПОГ, нефтепродукты относятся к третьему классу опасности. Они легко воспламеняются, токсичны для живых организмов. Их разлив приравнивается к экологической катастрофе локального характера. Поэтому транспортировка топлива, масел и иных нефтепродуктов связана с определенными рисками, которые необходимо минимизировать.

Одним из ключевых аспектов безопасности является соблюдение правил всеми участниками перевозок ГСМ, такими как перевозчик, грузоотправитель и грузополучатель. Каждый из них несет свою долю ответственности за соблюдение норм и требований, а также за минимизацию рисков и обеспечение безопасности на каждом этапе перевозки.

Кроме того, способом минимизации рисков является соблюдение требований к режиму труда и отдыха водителей. Эти требования предотвращают усталость, способствуют обеспечению здоровья и благополучия водителей, а также безопасности окружающих нас людей и окружающей среды.

Безопасность перевозки ГСМ также зависит от выбора маршрута. Необходимо соблюдать основные принципы маршрутизации автомобильных перевозок опасных грузов, регламентируемые нормативными документами.

Наконец, важным пунктом является организация контроля за перевозками, которая включает ряд мер и механизмов, направленных на обеспечение безопасности и соблюдение необходимых требований.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что обеспечение безопасности перевозки ГСМ – это сложный процесс, правильное функционирование которого возможно только при соблюдении и выполнении перечисленных факторов.

Библиографический список

1. Бердников Л. А. Лицензирование и сертификация на автомобильном транспорте: комплекс учебно-методических материалов/ Бердников Л. А. [и др.]. – Р. Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2009 – 150с.
2. ГОСТ 19433-88 "Опасные грузы. Классификация и обозначение".
3. Приказ Министерства Транспорта РФ от 16 октября 2020г. №424 «Об утверждении особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей»
4. Приказ Минтранса РФ от 08.08.1995 N 73 (ред. от 14.10.1999) "Об утверждении Правил перевозки опасных грузов автомобильным транспортом"

Подсекция 4.3

Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 621.432.2

ГНЕВАШЕВ П.В., ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В., КАНТОР П.Я.

СВЯЗЬ УДЕЛЬНОЙ РЕФРАКЦИИ С МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТЬЮ НАРАСТАНИЯ ДАВЛЕНИЯ ЦИКЛА

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Известно, что удельная и молярная рефракции не зависят от внешних условий - температуры, давления, агрегатного состояния вещества [1]. Однако они находится в зависимости от состава топлива, наличия органических веществ, содержащих углерод и водород, и числа их атомов в молекуле [2]. Химия определяет, что удельная рефракция - это величина, характеризующая электронную поляризуемость единицы массы вещества в высокочастотном электромагнитном поле световой волны.

Дословно «рефракция» означает преломление, а рефрактометрия — известный метод исследования свойств веществ, основанный на определении показателя преломления и некоторых его функций. Рефрактометрия применяется для идентификации химических соединений, количественного и структурного анализа, определения физико-химических параметров веществ. С помощью метода магнитного двулучепреломления разрабатываются эффективные экспресс-анализаторы нефтепродуктов, позволяющие через корреляционные соотношения прогнозировать целый комплекс эксплуатационных и потребительских свойств.

Огромное число данных по показателям преломления органических жидкостей и неорганических кристаллов (преимущественно минералов), полученных за последнее столетие, позволяет широко использовать рефрактометрию для установления идентичности исследуемых веществ с ранее описанными зависимостями, а также для оценки степени их чистоты. В настоящее время показатель преломления, наряду с температурами плавления и кипения, принадлежит к числу свойств, определение которых считается обязательным для характеристики жидких соединений, а для минералов измерение показателей преломления иммерсионным методом является важнейшим способом их идентификации [3].

Сама органическая часть жидких топлив состоит из большого количества сложных химических соединений, образованных пятью химическими элементами: углерод (C), водород (H), сера (S), кислород (O) и азот (N). Теплота, выделяющаяся вследствие термохимического окисления топлива, идет на повышение внутренней энергии рабочего тела и на совершение механической работы. А это, в свою очередь, влияет на скорость окисления топлива и характер тепловыделения, а значит, величину максимального давления газов в цилиндре P_z, что позволяет использовать значения рефракции sR для предварительной оценки значений максимального давления цикла P_z при работе дизеля на различных составах альтернативных топлив.

Анализ полученных данных показал [4], что имеет место корреляционная связь межу удельной рефракцией sR и максимальным давлением в цилиндре P_z. Можно сказать, что данные теоретических изысканий удовлетворительно согласуются с экспериментальными

значениями. На графике (рис. 1) видно, что характер кривых P_z на всех составах альтернативного топлива совпадает с характером изменения значений удельной рефракции sR.

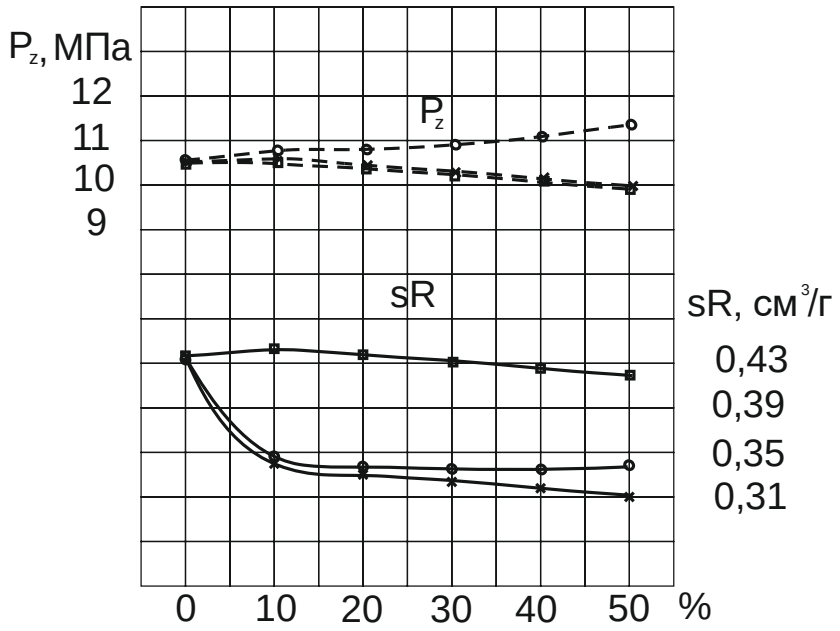


Рис. 1. Показатели максимального давления цикла, определенные на основе значений удельной рефракции топлив: ○——○ - sR (этанол); ✕——✕ - sR (РМ); □——□ - sR (сурепное масло); ○- - - - -○ - P_z(этанол); ✕– –✕ - P_z (РМ); □- - - -□ - P_z (сурепное масло)

В ходе проделанной работы были получены следующие результаты:

1. Теоретически обоснованы способы безмоторного определения параметров рабочего процесса автотракторного дизеля при работе на жидких топливах.

2. Уточнены теоретические зависимости определения максимального давления цикла в цилиндре автотракторного дизеля при работе на чистом ДТ. Расчетно-экспериментальным путем установлено, что при работе дизеля на чистом ДТ P_z равно 10,431 МПа.

3. Предложены теоретические зависимости определения максимального давления цикла в цилиндре автотракторного дизеля при работе с добавкой этанола, РМ и сурепного масла. Расчетно-экспериментальным путем установлено, что для АТ с добавкой 50% этанола P_z равно 11,233 МПа, для АТ с добавкой 50% РМ P_z равно 9,912 МПа, для АТ с добавкой 50% сурепного масла P_z равно 9,945 МПа.

4. По данным теоретических зависимостей получены свидетельства об официальной регистрации программы для ЭВМ [5].

Библиографический список

1. Верещагин, А.Л. Рефрактометрический анализ. Методические рекомендации к лабораторных работ по курсу «Физическая химия» и «Физическая химия и коллоидная химия» для студентов всех форм обучения всех направлений подготовки и специальностей / А.Л. Верещагин, С.С. Балабанова; Алт. гос. техн. ун-т, БТИ. – Бийск: Изд-во. Алт. гос. техн. ун-та, 2018. - 31 с.

2. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигате л е й .— М.: Колос, 1984. — 335 с., и л .— (Учебники и учеб. пособия для высш. с.-х. заведений).

3. Иоффе Б.Ф. Рефрактометрические методы химии. 3-е изд., перераб., Л.: Химия, 1983. – 352 с., ил.

4. Плотников С.А., Гневашев П.В., Смольников М.В., Шишкин Г.П. Идентификация максимального давления цикла безмоторным методом на основе удельной рефракции. // Известия МГТУ «МАМИ», Том 17, № 4, 2023. – С. 331-337.
5. Плотников С.А., Гневашев П.В., Заболотских Г.Э., Шишкин Г.П., Кантор П.Я., Карташевич А.Н. Расчет жесткости процесса сгорания при работе дизеля. //Свидетельство об офиц. регистр. прогр. для ЭВМ №2024613184 от 08.02.2024.

УДК 621.436

ЗАБОЛОТСКИХ Г.Э., ПЛОТНИКОВ С.А., ВТЮРИНА М.Н.

ВАРИАНТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И ЭФФЕКТИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДИЗЕЛЯ ПРИ РАБОТЕ НА БИОМИНЕРАЛЬНЫХ ТОПЛИВНЫХ СМЕСЯХ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
ФГБОУ ВО «Вятский государственный агротехнологический университет»

В условиях увеличения санкций, предъявляемых разным областям нашего хозяйства со стороны стран Запада, перед Россией встает задача формирования собственного экономического и технологического суверенитета. В январе 2024 года на заседании Высшего государственного совета была утверждена новая стратегия научно-технологического развития Союзного государства до 2035 года. Она предполагает формирование единого пространства в области взаимного сотрудничества по разным вопросам, а также разработке, реализации и обмене научными идеями между Россией и Белоруссией. В рамках данной стратегии был выделен ряд приоритетных направлений, среди которых одно соответствует тематике научных исследований в области применения альтернативных топлив, а именно – развитие новой энергетики [1].

Эта тенденция также находит свое отражение в актуальной на сегодняшний день Транспортной стратегии РФ до 2030 года с прогнозом до 2035 года. В данном документе также содержатся рекомендации в области развития транспорта; среди прочего особое внимание уделяется развитию альтернативных топлив как одного из перспективных направлений в отечественной энергетике [2]. Таким образом, представленная ниже научная проблема является перспективной и требующей внимания исследователей.

Итак, исследованиями в области альтернативных топлив долгое время занимается ряд как отечественных, так и зарубежных ученых [3-6]. Это представляет интерес по многим аспектам:

1. Альтернативные топлива производятся из возобновляемых ресурсов;
2. Они позволяют снизить эмиссию токсичных веществ в окружающую среду, к тому же снизить так называемый «углеродный след»;
3. Предоставить возможность производства таких топлив в странах не имеющих полезных ископаемых;
4. Снизить использование традиционного минерального топлива.

В описываемом исследовании авторы занимаются изучением работы дизельного двигателя на т.н. биоминеральных топливных смесях (БМТС), под которыми понимается смесевое топливо, преимущественно состоящее из дизельного топлива (ДТ), а также биологических компонентов (этанола (Э) и сурепного масла (СурМ).

Биологические добавки были выбраны неслучайно. Так, в ходе лабораторных экспериментов удалось установить два принципиальных типа БМТС:

- БМТС-10 содержит по массе 10% Э, 10% СурМ, 80% ДТ;

- БМТС-25 содержит эти же компоненты, но при большем содержании биологических веществ, а именно 25% Э, 25% СурМ, 50% ДТ.

Данные типы БМТС имеют близкие к ДТ физико-химические свойства (плотность, кинематическую вязкость), кроме того их отличает наибольшее время стабильности [7].

В последующем указанные БМТС были использованы для проведения стендовых испытаний на предмет возможности их применимости в качестве альтернативных минеральному ДТ топлив. Основными необходимыми критериями при этом были: соответствие эффективных показателей работы дизеля паспортным требованиям производителя, снижение эмиссии токсичных компонентов в отработавших газах, отсутствие сбоев при работе двигателя.

В последующем данные смеси были подвергнуты стендовым испытаниям на базе Белорусской сельскохозяйственной академии (РБ, г. Горки). В качестве стенда использовался дизель Д-245.5S2, оснащенный электротормозным устройством RAPIDO SAK N670 с балансировочной маятниковой машиной (производства Германия).

Эффективные показатели определялись согласно ГОСТ 18509-88 «Дизели тракторные и комбайновые. Методы стендовых испытаний». Здесь были определены регулировки ТПА, исследовалось влияние нагрузки и частоты вращения КВ. Под эффективными показателями понимаются эффективный КПД, эффективная мощность, часовой расход, удельный эффективный расход [8].

В качестве методики для изучения экологических показателей использовались Правила ЕЭК ООН № 96 (02). Выбор данной методики связан с тем, что в процессе работы тракторного дизеля, он неизбежно подвергается разным нагрузкам при изменяющихся скоростных режимах в коротком временном промежутке, что, предположительно, может влиять на полноту сгорания. В ходе испытаний двигатель работал на трех скоростных режимах: номинальный, промежуточный, режим холостого хода. При номинальном скоростном режиме происходило поступательное снижение нагрузки, оказываемой на КВ (100%, 75%, 50%, 10%); промежуточный режим характеризовался снижением нагрузки (100%, 75%, 50%), в режиме холостого хода нагрузка на КВ полностью отсутствовала. Описанное выше изменение скоростных режимов представляет собой испытательный цикл, при котором определяется суммарное значение отдельных продуктов эмиссии токсичных веществ (оксида углерода, углеводородов, оксидов азота и частиц сажи) [9-10].

Полученные результаты позволяют обобщить следующее:

1. Работа дизеля на БМТС по эффективным показателям приближается к работе на ДТ, соответствуя при этом паспортным характеристикам, предъявляемым к двигателю;
2. При работе на БМТС происходит снижение часового расхода ДТ;
3. Использование БМТС не приводит к сбоям в работе дизеля;
4. Общая токсичность отработавших газов при работе на БМТС значительно снижается.

Библиографический список

1. Путин: подготовлена Стратегия технологического развития Союзного государства до 2035 года. URL: https://tass-ru.turbopages.org/turbo/tass.ru/s/ekonomika/19846137

2. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. URL: https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do- 2035-goda.

3. Марков, В. А. Исследование работы дизельного двигателя на смесевых и эмульгированных биотопливах с добавками рапсового масла / В. А. Марков, С. Н. Девянин, Б. Са, А. А. Нормуродов // Двигателестроение. – 2023. - № 1(291). – С. 70-90. – DOI 10.18698/jec.2023.1.70-90. – EDN OOONAY.

4. Бирюков, А. Л. Модернизация системы подачи топлива дизельного двигателя для работы на растительном масле с подачей воды / А. Л. Бирюков, Ф. А. Новокшанов, Т. Г. Булавина // Автоматизация и энергосбережение машиностроительного и металлургиче-

ского производства: технология и надежность машин, приборов и оборудования : материалы XIV Международной научно-технической конференции, Вологда, 10 декабря 2019 года. – Вологда: Вологодский государственный университет, 2020. – С. 342-346. – EDN KVXOIG.
5. Картошкин, А. П. Сравнительный анализ процесса смесеобразования в двигателе со стандартным процессом и интенсифицированным процессом воздухоподачи / А. П. Картошкин, С. К. Корабельников, А. Н. Чистяков // Известия Международной академии аграрного образования. – 2020. - № S49. – С. 26-32. – EDN KMXOHN.
6. Карташевич, А. Н. Исследование свойств альтернативных топлив на основе рапсового масла / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, П.Н. Черемисинов // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии, 2017. – №3. – С. 144– 147.
7. Плотников, С. А. Исследование составов и способов подачи новых топлив с добавками сурепного масла в дизель / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, Г. Э. Заболотских. // Инженерные технологии и системы, 2023. – Т. 33. - № 1. – С. 100-113.
8. Карташевич, А.Н. Влияние нагрузки при работе дизеля на биоминеральных топливных смесях / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, Г.Э. Заболотских // Вестник транспорта Поволжья, 2023. - № 2. – С.104-109.
9. The United Nations Economic Commission for Europe. Regulation No.24. E/ECE/TRANS/505-Rev.1/Add.23/Rev.2/Amend.1/Amend.2/Amend.3. 5 April 2007.
Кульчицкий, А. Р. О новых требованиях к экологическим показателям сельскохозяйственных тракторов в таможенном союзе // Тракторы и сельхозмашины. 2022. Т. 89. № 3. С. 167-174. DOI: http://doi.org/10.17816/0321-4443-106047.

УДК 621.432.2

ЗЫКОВ Е.Г., ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В.

УЛУЧШЕНИЕ ПУСКОВЫХ СВОЙСТВ СМЕСЕВЫХ ТОПЛИВ ДЛЯ ДИЗЕЛЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Сельскохозяйственная техника объединяет в себе обширный пласт устройств. Данные устройства активно используются агропромышленными предприятиями, фермерами и другими участниками данной сферы хозяйства. Главными задачами агрегатов являются ускорение, упрощение, улучшение эффективности различных процессов: обработки почвы, посадки семян, сбора урожая и т.п. Современные машины для сельского хозяйства отличает повышенная мощность, универсальность, а также внедрение автоматики. Здесь также нужно отметить, что подавляющее число обозначенных агрегатов оснащаются дизельными ДВС, поскольку их выгодно отличает от бензиновых больший КПД, ресурс работы, сниженный расход топлива.

При всех положительных качествах современные дизеля в процессе работы неизбежно выделяют токсичные вещества (окись углерода, углеводороды, оксиды серы и азота). Таким образом снижение эмиссии вредных веществ в дизеле является одним из приоритетных направлений в отечественной энергетике, предполагающей снижение углеводородного следа в атмосфере [1].

Исследованиями в области альтернативных топлив для автотракторных дизелей уже долгое время занимаются как отечественные, так и зарубежные ученые, но видно, что данное направление и сейчас не теряет своей актуальности [2-5].

Отдельной группой смесевых топлив для дизелей, являются композиции ДТ с различными растительными маслами (рапсовым, подсолнечным, сурепным и т.д.). Данные биоло-

гические компоненты имеют отличные от ДТ физико-химические свойства (плотность, вязкость, время помутнения, температура самовоспламенения). Данные показатели негативным образом влияют как на работу, так и на запуск дизеля в условиях низких температур.

Для улучшения пусковых свойств дизеля производители ДВС используют следующие приемы:

1. **Средства для подогрева воздуха на впуске: свечи для подогрева впускного воздуха, электрофакельные** подогреватели;
2. **Средства колоризаторного воспламенения топлива**: свечи накаливания.
3. **Пусковые приспособления для впрыскивания легковоспламеняющихся пусковых жидкостей**.
4. **Средства улучшения пусковых качеств дизеля**: декомпрессионный механизм, устройства, изменяющие степень сжатия, фазы газораспределения и угол опережения подачи топлива при пуске.
5. **Пусковые устройства повышенной мощности**: пусковые двигатели, устройства для подачи сжатого воздуха в цилиндры, патроны, молекулярные накопители энергии, электростартеры повышенной мощности и внешние источники электроэнергии.

Учёные кафедры «Технология машиностроения» Вятского государственного университета (ВятГУ) прорабатывают вопрос о модернизации сельскохозяйственной техники, а именно улучшение пусковых свойств автотракторного дизеля путём подогрева как минерального ДТ, так и его смесевых аналогов [2-5].

Дизель, даже современный менее зависим, чем искровой двигатель от размера потребления энергии вырабатываемой штатным электрогенератором. Соответственно избыток вырабатываемой энергии целесообразно использовать для подогрева жидкого топлива до температуры не выше 300°С в топливопроводах исходя из свойств топлив.

Для активирования топлива, проходящего через топливные трубки, перед форсунками планируется установка индуктивного нагревателя, питание которого будет осуществляться через инвертор от штатной электрической цепи трактора. В физическом понимании индукционный нагрев представляет из себя нагревание топливных трубок электрическими токами, индуцируемыми переменным магнитным полем.

Экспериментальная установка для генерирования необходимых параметров индукционного нагрева была собрана учеными ВятГУ. На данный момент планируется ее установка на моторный стенд для проведения испытаний (рис. 1).

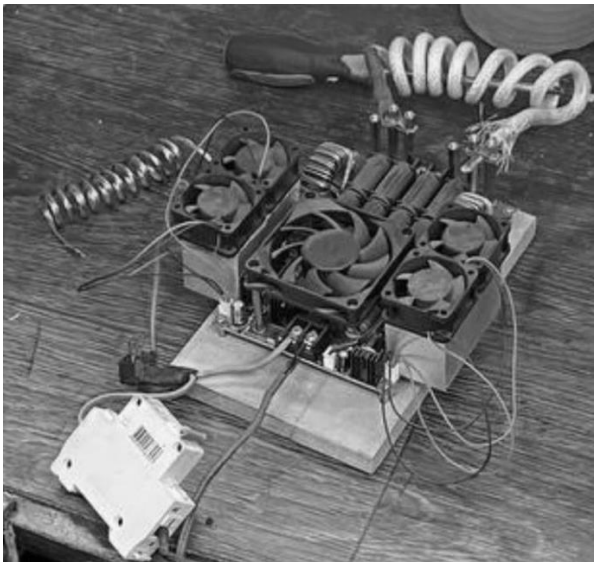


Рис. 1. Экспериментальная установка для индукционного нагрева

Данный подогрев топлив позволит уменьшить завышенные физико-химические свойства смесевых топлив, приблизив их к свойствам товарного ДТ, а также улучшить процесс сгорания и тем самым увеличить энергоэффективность ДВС.

Библиографический список

1. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. URL: https://rosavtodor.gov.ru/docs/transportnaya-strategiya-rf-na-period-do-2030-goda-s-prognozom-na-period-do- 2035-goda.
2. Плотников, С.А. Исследование эффективных показателей тракторного дизеля при работе на активированном топливе / С.А. Плотников, А.Н. Карташевич, М.В. Мотовилова // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2019. – №. 4 (127). – С. 179-186.
3. Карташевич, А.Н. Оценка регулировочных показателей дизеля при высокотемпературном воздействии на ДТ / А.Н. Карташевич, С.А. Плотников, М.В. Мотовилова. – DOI 10.36508/RSATU.2019.68.89.023. //Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2019. – Том 4 – № (44). – С. 131-136.
4. Плотников, С.А. Исследование экологических характеристик дизеля при работе на активированном топливе / С.А. Плотников, Карташевич А.Н., Мотовилова М.В. // Известия МГТУ МАМИ. – 2021. – №1 (47). – С. 54-62.
5. Плотников, С.А. Расчет характеристик впрыскивания при работе дизеля на активированном топливе /С.А. Плотников, П.Я. Кантор, М.В. Мотовилова // Двигателестроение. – 2020. – №. 2 (280). – С. 19-23.

УДК 621.436

КОРИШИ.А., ХРУНКОВ С.Н.

УПРАВЛЕНИЕ РАБОТОЙ АГРЕГАТА НАДДУВА ДИЗЕЛЬНОГО ПОРШНЕВОГО ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Управление работой агрегата наддува в дизельном поршневом двигателе — это важный аспект обеспечения оптимальной работы двигателя, эффективности и уменьшения вредных выбросов. Наддувные системы (турбонаддув или нагнетатель) обеспечивают сжатый воздух в цилиндры двигателя, что улучшает сгорание топлива и повышает мощность двигателя.

Методы регулирования наддува по частоте коленчатого вала (скоростной режим) и по среднему эффективному давлению (нагрузочный режим) основаны на контроле различных параметров работы двигателя, чтобы обеспечить оптимальную работу агрегата наддува. Рассмотрим каждый из этих методов:

По частоте коленчатого вала (скоростной режим):

В этом методе турбокомпрессор управляется в зависимости от частоты коленчатого вала. Более высокие обороты двигателя требуют более высокого давления наддува для обеспечения оптимальной мощности и производительности. Система управления наддувом отслеживает обороты коленчатого вала и регулирует давление наддува, изменяя параметры работы турбины (например, угол наклона лопаток в системах VGT или открытие клапана сброса давления). Электронный блок управления (ECU) может использовать карту управления, где частота коленчатого вала сопоставляется с желаемым давлением наддува. Карта позволяет ECU регулировать давление наддува в соответствии с текущей частотой коленчатого вала.

По среднему эффективному давлению (нагрузочный режим):

В этом методе давление наддува регулируется в зависимости от среднего эффективного давления в цилиндрах двигателя, что связано с нагрузкой на двигатель. Более высокая нагрузка требует большего давления наддува для поддержания оптимальной производительности. **Контроль топливовоздушной смеси:** ECU контролирует соотношение топливовоздушной смеси в зависимости от средней эффективной нагрузки, чтобы обеспечить оптимальное сгорание. Это влияет на регулирование давления наддува для обеспечения необходимого количества воздуха. **Системы VGT или двойного наддува:** в зависимости от нагрузки двигателя системы с регулируемой геометрией турбины (VGT) или двойного наддува могут регулировать производительность турбины для обеспечения оптимального давления наддува.**Система EGR:** система рециркуляции выхлопных газов (EGR) не регулирует наддув напрямую, она влияет на температуру и состав выхлопных газов, что может повлиять на нагрузку на двигатель и следовательно на регулирование наддува.

Эти методы регулирования наддува позволяют оптимизировать работу двигателя в разных режимах, обеспечивая необходимую мощность и эффективность. Управление наддувом в дизельных двигателях требует интеграции различных систем и датчиков для достижения наилучших результатов.

Библиографический список

1. Двигатели внутреннего сгорания. Системы поршневых и комбинированных двигателей./ Под общей редакцией А.С. Орлина, М.Г. Круглова.- Москва, Машиностроение, 1985.
2. Крутов В. И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания / В. И. Крутов. – М. : Машиностроение, 1989. – 615 с
3. Кориши А., Хрунков С.Н. Влияние интенсивности подвода теплоты и циклового массового наполнения на термодинамические циклы дизельного двигателя // Транспортные системы, № 2 (24), 2022.- 9 с.

УДК 621.432.2

КУТЕРГИН Н.Ю., ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В.

РАСШИРЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ТОПЛИВА НА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОМ ТРАКТОРЕ КЛАССА 1,4

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Агропромышленный комплекс РФ устойчив к стрессам и способен эффективно развиваться: санкциям не удалось затормозить его развитие, отмечал ещё в конце прошлого года министр сельского хозяйства Дмитрий Патрушев. В 2023 год отрасль вошла с новой скорректированной стратегией развития: по поручению президента Владимира Путина до 2030 года производство в АПК должно расти не менее чем по 3% в год. Обеспечить этот рост на фоне 2022 года, когда в стране был собран рекордный в новейшей истории урожай 158 млн т зерна, – сложная для аграриев задача.

Для достижения поставленных целей немаловажным факторам является круглосуточная готовность машинно-тракторного парка осуществлять работы. В связи с этим научная школа кафедры «Технология машиностроения» Вятского государственного университета (ВятГУ) прорабатывают вопрос о возможности использования на сельскохозяйственной технике топлива различного состава. Детально был изучен вопрос о возможности использования этаноло-топливной эмульсии в качестве топлива при вспашке зяби [1,2].

Следующие проведённые экспериментальные исследования выявили возможность использования смесевого топлива с добавлением рапсового масла до 45 % к дизельному при работе на тракторе Беларус-922 с штатным двигателем Д-245.5S2 и позволили сформулировать следующие выводы:

1. Работа трактора на топливах с добавками РМ не снижает энергетический КПД машинно-тракторного агрегата (МТА) в сравнении с его работой на ДТ.

2. Работу трактора Беларус–922 с плугом ПЛН–3–35 эффективно производить на 3 передаче I диапазона.

3. Увеличение глубины вспышки с 20 см до 25 см ведёт к повышению энергетического КПД МТА, это справедливо для всех применяемых топлив.

Анализ испытаний многокомпонентной смеси на дизеле показал удовлетворительные результаты [3,4]. Соответственно на сегодняшний день важно продолжить данную работу и провести испытания работы МТА и в качестве топлива для дизеля использовать многокомпонентный состав биотоплива, включающий в себя ДТ, рапсовое масло и этанол.

Библиографический список

1. Плотников С.А., Карташевич А.Н., Смольников М.В. Исследование энергетических показателей трактора Беларус-922 при работе на топливе с добавками этанола. //Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева.- Нижний Новгород, 2018. - № 1 (120). – С. 223 - 228.
2. Плотников С.А., Смольников М.В. Многотопливная система питания автотракторного дизеля. Патент РФ № 2695549, МПК F02D 19/06., F02M 43/00 – 4С., 1 ил., 1 табл.
3. Плотников С.А., Карташевич А. Н., Шипин А.И. Смольников М.В. Оценка регулировочных показателей двигателя сельскохозяйственных транспортных средств при применении многокомпонентных биотоплив. //Вестник РГАТУ, 2021. - № 1 (13). – С. 149-155.
4. Плотников С.А., Шипин А.И. Смольников М.В. Зависимости показателей дизеля от среднего эффективного давления при работе на многокомпонентном биотопливе. //Вестник транспорта Поволжья, 2021. - № 5 (89). – С. 62-68.

УДК 621.432.2

ПЛОТНИКОВ С.А., СМОЛЬНИКОВ М.В., ГНЕВАШЕВ П.В., ШИШКИН Г.П.

СВЯЗЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ С МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРСТЬЮ НАРАСТАНИЯ ДАВЛЕНИЯ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»
ФГБОУ ВО «Кировский государственный медицинский университет»

Известно, что диэлектрическая проницаемость жидких веществ зависит от микроскопической структуры и свойств атомов и молекул вещества. В диэлектрике под воздействием электрического поля происходит поляризация атомов или молекул, что приводит к образованию внутреннего электрического поля. Макроскопические свойства диэлектриков определяются суммарным эффектом всех микроскопических процессов, происходящих на уровне атомов и молекул. [1]. Концентрация примесей оказывает влияние на диэлектрическую проницаемость состава. Примеси изменяют структуру и свойства смеси, что приводит к изменению его диэлектрических свойств и свойств поляризации. Спирты, например, характеризуются более высокой активностью при горении по сравнению с углеводородами. В диэлектрике, помещённом в электрическое поле, происходит процесс поляризации. Для вещества

она определяется молекулярными параметрами: дипольным моментом молекулы, её поляризуемостью и числом молекул в единице объёма.

Максимальная скорость нарастания давления $(dp/d\varphi)_{max}$ зависит от соотношения С/Н в смеси, а, именно, молекулярного состава. Это позволяет использовать для сравнения значения диэлектрической проницаемости Ɛ с жесткостью процесса сгорания $(dp/d\varphi)_{max}$. Влияние свойств топлива на процесс сгорания в цилиндре дизеля следует рассматривать в связи с зависимостью характеристик топлива. Применение в дизеле топлив облегченного фракционного состава ведет к увеличению ПЗВ и скорости тепловыделения в фазе быстрого сгорания. При этом возрастают максимальное давление цикла и скорость его нарастания [2].

В ходе проделанной работы были получены следующие результаты:

1. Теоретически обоснованы способы безмоторного определения параметров рабочего процесса автотракторного дизеля при работе на жидких топливах.

2. Уточнены теоретические зависимости определения жесткости процесса сгорания в цилиндре автотракторного дизеля при работе на чистом ДТ. Расчетно-экспериментальным путем установлено, что при работе дизеля на чистом ДТ $(dp/d\varphi)_{max}$ равно 0,619 МПа/градус.

3. Предложены теоретические зависимости определения жесткости процесса сгорания в цилиндре автотракторного дизеля при работе с добавкой этанола, РМ и сурепного масла. Расчетно-экспериментальным путем установлено, что для для АТ с добавкой 50% этанола $(dp/d\varphi)_{max}$ равно 0,793 МПа/градус, для АТ с добавкой 50% РМ $(dp/d\varphi)_{max}$ равно 0,667 МПа/градус, для АТ с добавкой 50% сурепного масла $(dp/d\varphi)_{max}$ равно 0,664 МПа/градус.

4. По данным теоретическим зависимостям получено свидетельство об официальной регистрации программы для ЭВМ [3].

Библиографический список

1. Саблина З.А., Широкова Г.Б., Ермакова Т.И. Лабораторные методы оценки свойств моторных и реактивных топлив. – М.: Химия, 1978. – 240., ил.
2. Автомобильные двигатели. Под ред. М.С. Ховаха. М., А22 «Машиностроение», 1977.
3. Плотников С.А., Гневашев П.В., Заболотских Г.Э., Шишкин Г.П., Кантор П.Я., Карташевич А.Н. Расчет жесткости процесса сгорания при работе дизеля. //Свидетельство об офиц. регистр. прогр. для ЭВМ №2024613184 от 08.02.2024.

УДК 621.432.2

СМОЛЬНИКОВ М.В., СМОЛЬНИКОВА Ю.А., ЗАБОЛОТСКИХ Г.Э.

АНАЛИЗ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В 2021 году утвержден обновленный паспорт национального проекта «Безопасные качественные дороги». Документ приведен в соответствие с Указом Президента России от 21.07.2020 № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года». Правительство Российской Федерации регулярно ставит задачи об улучшении обстановки на дорогах страны. Одним из основных документов направленных на обеспечение данных задач является «СТРАТЕГИЯ безопасности дорожного движения **(БДД)** в Российской Федерации на 2018 - 2024 годы» от 8 января 2018 г. № 1-р.

«Безопасные качественные дороги» — национальный проект, реализуемый в 84 регионах страны. Он оказывает большое влияние на транспортную инфраструктуру в России:

строятся новые современные магистрали, мосты и путепроводы, применяются современные технологии и материалы, внедряются интеллектуальные транспортные системы, повышается сохранность трасс. **Имея безопасные и качественные дороги нужно постоянно корректировать нормативно-правовую базу в сфере БДД.**

Благодаря действиям направленным на обеспечение **БДД** прогнозируется, что к 2030 году в РФ количество погибших на дороге уменьшиться в 2,3 раза и составит 5822 человек (за 2022 год – 14172), а транспортный и социальный риск достигнет соответственно уровня 1,0 и 4,0. В 2019 году в соответствии с Глобальными оценками состояния здоровья ВОЗ дорожная травма заняла 6-е место среди 10 основных причин, препятствующих росту ожидаемой продолжительности жизни. С 2018 по 2021 год потенциальное снижение числа рождений детей из-за гибели женщин репродуктивного и более молодого возраста составляет 13 738. С 2018 по 2022 год число потенциально предотвращенных случаев гибели исходя из числа погибших в 2017 году составило 13 629.

Преподавательским составом КРО ОО «Всероссийского общества автомобилистов» с автошколой ЧПОУ ДЮАШ «Светофор», а также учёными кафедры ТМ Вятского государственного университета (ВятГУ) постоянно ведутся исследования в области БДД [1-6]. Совместно с ФКУ «НЦ БДД МВД России» взято направление на проведение детального анализа экзаменационных билетов для сдачи квалификационных проверок в ГИБДД. Ведь самое важное заложить и передать как можно больше информации и знаний кандидатам в водители и самим водителям транспортных средств. Поэтому экзаменационные билеты для сдачи квалификационных проверок должны отвечать самым последним требованиям, которые диктует новое время [7]. Результаты анализа показывают следующее:

1. Билет № 7 вопрос № 17. Разве расстояние выступающего груза измеряется от бампера транспортного средства? Как сказано в п.23.4 ПДД «Груз, выступающий за габариты транспортного средства спереди и сзади более чем на 1 м или сбоку более чем на 0,4 м от внешнего края габаритного огня, должен быть обозначен опознавательными знаками "Крупногабаритный груз" это габаритные огни.
2. Билет № 7 вопрос № 12. Траектория «Б» потенциально стоящего транспортного средства не чётко указывает, что стоит за знаком 3.28 «Стоянка запрещена».
3. Билет № 14 вопрос № 13. Водитель легкового автомобиля, выехавший на перекрёсток уже некий нарушитель, не вдаваясь в п. 6.14 ПДД.
4. Билет № 17 вопрос № 6. Не совсем корректный ответ, остановиться нужно не у светофора, а у знака 6.16 «СТОП ЛИНИЯ» п. 6.13 ПДД.
5. Билет № 21 вопрос № 11. Почему после железнодорожного переезда можно совершить обгон, если там образуется ограниченная видимость? Или убирать подъём, где образуется ограниченная видимость или дополнять ответы отражающие суть ответа.
6. Билет № 29 вопрос № 3, билет № 24 вопрос № 11. Знак 3.20 «Обгон запрещён» установлен только справой стороны, хотя п. 5.16 ГОСТа Р 52289-2004 гласит следующее: «На дорогах с одной полосой для движения в каждом направлении допускается дублировать знаки 3.20 и 3.22…»
7. Билет № 33 вопрос № 16. Водитель легкового автомобиля тоже нарушает так как он должен находится на правой полосе согласно п. 9.4 ПДД.
8. Билет № 40 вопрос № 11. Водитель на легковом автомобиле не выставил знак аварийной остановки.

Для формирования общей картины у водителей нужны и важны все детали. Данная работа будет проводиться на регулярной основе, так как это способствует правильному формированию знаний ПДД у водителей транспортных средств различных категорий.

Библиографический список

1. Смольников М.В., Сергеев Д.Г. Обеспечение безопасности дорожного движения на транспорте в Российской Федерации. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. Р. Петровец [и др.]. – Горки : БГСХА, 2021. – Вып. 6. – С. 251-255
2. Смольников М.В., Плотников С.А., Чернов А.Н., Захаров Д.В., Анализ правил дорожного движения Российской Федерации. Будущее технической науки: сборник материалов XXI Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. – 247 с.
3. Смольников М.В., Плотников С.А., Сергеев Д.Г. Анализ БДД на транспорте Российской Федерации на примере автошкол. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 230-233.
4. Смольников М.В., Плотников С.А., Сергеев Д.Г., Штин В.Л. Правовая защита потерпевшей стороны при дорожно-транспортных происшествиях в Российской Федерации. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства : сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2023. – Вып. 8. – 154-157 с.
5. Смольников М.В., Плотников С.А., Сергеев Д.Г. Анализ БДД на транспорте Российской Федерации на примере автошкол. Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства: сб. науч. тр. / редкол.: В. В. Гусаров (гл. ред.) [и др.]. – Горки : БГСХА, 2022. – Вып. 7. – С. 230-233.
6. Плотников С.А., Смольников М.В., Заболотских Г.Э. Влияние развития транспорта с электроприводом на изменения в правилах дорожного движения. Международный научно-технический журнал «Транспорт на альтернативном топливе» № 3 (93)/ 2023 г.
7. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) "О Правилах дорожного движения".

Подсекция 4.4

Строительные и дорожные машины

УКД 629.3

КАПУСТИН А.Г.,, МАКАРОВ В.С., КУРНАКОВ А.В.,. ДАШКОВ А.В.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КРОНШТЕЙНОВ АМОРТИЗАТОРОВ ПОД ДЕЙСТВИЕМ НАГРУЗКИ ОТ АМОРТИЗАТОРА ПОД ПОЛНОПРИВОДНОЕ СПОРТИВНОЕ НАЗЕМНОЕ ТРАНСПОРТНОЕ СРЕДСТВО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инженеры всего мира бьются над поиском решения проблемы. Как сделать подвеску спортивных транспортных средств максимально совершенной. В данной статье рассмотрены расчеты нескольких вариантов кронштейнов амортизаторов, разработанных специально под спортивную модификацию полноприводного вездехода «Корсак-спорт», спроектированным научным коллективом НГТУ им Р.Е. Алексеева.

Что бы проектируемые кронштейны стали долговечными, разработчиками было принято решение рассчитывать кронштейны при помощи виртуальных программ, при специальных условиях: холмистая местность, болота и лесопосадка[1]. В таких условиях эксплуатации, при которых испытываются детали для спортивных автомобилей подготовленных для участия в мировых раллийных чемпионатах, таких как ежегодное ралли «SILK WAY», проходящие на территории нескольких стран. А именно: Российская Федерация, Монголия и Китайская Народная Республика. Протяженность гонки как правило составляет 5500 километров [2]. В связи с длинной протяженностью трассы и из-за участков с разными дорожными покрытиями, перед инженерам ставится задача создавать долговечные узлы и агрегаты, которые на установленном автомобили смогут преодолеть дистанцию гонки с минимальными поломками. Поэтому спортивные инженеры для расчетов проектируемых деталей берут значения в 7g. В отличие от инженеров, специализирующихся на разработке массовых автомобилей, которые эксплуатируется на дорогах с асфальтовым покрытием, с минимальным выездом на бездорожье. У них значения колеблются в районе: 2-3g[3].

При проектировании спорт вездехода необходимо провести расчет напряженно-деформированного состояния кронштейнов амортизаторов под действием нагрузки от амортизатора[4].

В статье рассматриваются распределения максимальных эквивалентных напряжений по Мизесу и пластические деформации для задних кронштейнов амортизаторов. Максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу и максимальные пластические деформации в элементах заднего кронштейна под действием нагрузки +F=35316 Н. Максимальные эквивалентные напряжения по Мизесу и максимальные пластические деформации в элементах заднего кронштейна под действием нагрузки -F=25016 Н.

Расчетная модель включала в себя часть рамы и элементы кронштейна амортизаторов с фрагментом каркасного усилителя. Расчет проводился в один этап[5]. К модели прикладывалась гравитация 1g, действующая по оси –Z. Нагрузка от амортизаторов (±F) прикладывалась в центр пучка, который связан с местом контакта амортизатора с промежуточной втулкой и

действовала по линии хода штока амортизатора (+F=35316 и –F=25016 Н) [6]. Модель жестко закреплялась за края лонжерона рамы и фрагмент каркаса.

Расчёт НДС выполнен с помощью виртуального программного пакета с учётом геометрической нелинейности и контактных взаимодействий. Коэффициент трения в парах сталь-сталь 0.15 [7]. Свойства стали: модуль упругости $E=2{,}1*10^5$МПа, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность $\rho=7.85*10^{-6}$кг/мм^3. Нелинейные свойства используемого материала кронштейна: Сталь 20 ГОСТ 1050-13 $\sigma_т$=245МПа, $\sigma_в$=390МПа, δ=25%.

По итогу был проведен расчет НДС верхнего кронштейна амортизаторов спортивного вездехода под действием нагрузки ±F (+F=36316 Н и –F=25016 Н). Наибольшие максимальные эквивалентные напряжения возникали в кронштейне при 342 МПа и 344 МПа под действием нагрузки +F. Наибольшие пластические деформации при этом 2.71% и 2.7% . Наименьшие эквивалентные напряжения в кронштейне при 273 МПа и 266 МПа. Наибольшие пластические деформации при этом 0.58% и 0.44%

Библиографический список

1. Папунин А.В. Расчет ширины преодолеваемого рва многоосной колесной машиной / Папунин А.В., Беляков В.В., Макаров В.С. / Инновации и перспективы развития горного машиностроения и электромеханики: IPDME-2018: Сборник тезисов / Санкт-Петербургский горный университет, СПб, 2018, С. 35
2. Papunin A.V. A dynamic model of unsupported pit traversal by a vehicle with 6x6 wheel arrangement / Papunin A.V., Belyakov V.V., Makarov V.S. , Anikin A.A., Vahidov U.Sh. // Paper presented at the IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 2018
3. Зезюлин Д.В. Транспортное средство "КОРСАК" для обслуживания линейных объектов/ Зезюлин Д.В., Макаров В.С., Федоренко А.В., Беляев А.М., Беляков В.В. //«Труды НГТУ»– Н.Новгород, 2014. №4(106) С. 336-341
4. Ильин А.Б. Концепция развития автоспорта в России. Реальный сектор // Мир новой экономики. М., 2019. №1. 21 с.
5. Беляков, В.В. Подвижность наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, Д.В. Зезюлин, В.Е. Колотилин, В.С. Макаров // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 4 (101).
6. Каменев, С.В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях / С.В. Каменев. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с.
7. Проходимость автомобиля / Н.А. Бухарин, Я.Б. Бронштейн, В.М. Буянов и др. – Воен. изд-во МО СССР, 1959. –с. 310

УДК: 629.1

КРЮКОВА А.С.; ПАПУНИН А.В.; ВАХИДОВ У.Ш.

СПАРЕННАЯ РАБОТА БУЛЬДОЗЕРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, разработка грунта занимает одну из ведущих позиций в области как дорожного, так и других видов строительства. Около 80 % разработки грунта выполняется механическим способом. Одной из основных машин в планировочном комплекте это бульдозер, поэтому вопрос по повышению его производительности наиболее остро затрагивается в данное время.

Бульдозер - это самоходная землеройно-транспортная машина, представляющая собой гусеничный или колёсный трактор, тягач с навесным рабочим органом в виде отвала, расположенным вне базы ходовой части машины.

Увеличение производительности бульдозера достаточно актуальный вопрос на сегодняшний день. На достаточно широких строительных площадках со спокойным рельефом, где есть возможность прохода двух параллельно расположенных машин, также применяют спаренную работу бульдозеров, что повышает производительность машины за один проход.

При спаренной работе два бульдозера работают вместе, синхронизируя свои действия для более быстрого и эффективного выполнения задач. При использовании спаренной работы бульдозеров увеличивается площадь покрытия и ускоряется процесс смещения грунта или материалов. Кроме того, спаренная работа бульдозеров позволяет улучшить координацию и коммуникацию между машинами и операторами, что повышает безопасность и точность выполнения работ. В данной работе, я предлагаю рассмотреть разработку устройства для соединения двух бульдозеров, что поможет улучшить координацию и совместную работу машин и в итоге повысит производительность и эффективность выполнения задач на строительной площадке.

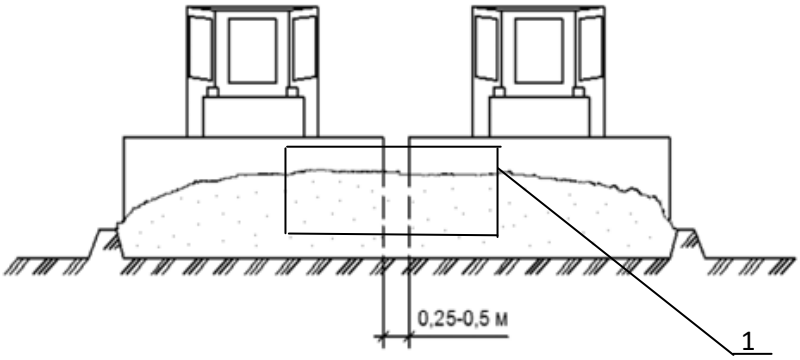


Рис. 1. Спаренная работа бульдозеров: схема движения; 1 – устройство для соединения отвалов бульдозеров

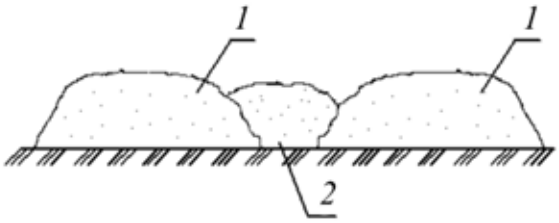


Рис. 2. Транспортируемый грунт; 1 – грунт, транспортируемый при одиночной работе бульдозеров; 2 – дополнительный объем грунта

Библиографический список

1. https://kirovets-ptz.com/press/blog/proizvoditelnost-buldozera-raschet-i-opredelenie/ [Петербургский тракторный завод. Производительность бульдозера: расчет и определение]
2. https://groskran.ru/articles/buldozeryi-i-princzip-ix-rabotyi [ГРОСКРАН – бульдозеры и принцип их работы]

УДК 629.331

КРЮКОВА Е.Ю.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЮ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ООО «ВАЙЛДБЕРРИЗ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основные предложения по совершенствованию технологических процессов «Вайлдберриз»:

- Обновление автопарка тягачами оборудованные газовым оборудованием.
- Увеличение численности квалифицированного рабочего персонала склада.
- Открытие новых сортировочных центров и складов с большими площадями.
- Закупка и использование новейшего складского оборудования.
- Модернизация и оптимизация рабочих программ «Вайлдберриз».

Для поставленной цели перед специалистами ставятся задачи:

- выявление и распределение проблем, которые плохо действуют на производительность, затраты и качество;
- разработка лучших алгоритмов движения товара на складе;
- изменение технологического и управленческого процесса связанных с снижения затрат и повышения качества работы складского комплекса;
- правильная корректировка организационно-управленческой структуры склада;
- разработка мотивационной системы для персонала;
- постановка задач исполнения в информационной системе;
- введение новых технологий, обучение персонала.

Работа по оптимизации складского процесса состоит из четырех этапов:

1. Логистическая экспертиза.
2. Перепроектирование технологий работы склада.
3. Совершенствование организационно-управленческих решений. Внедрение.

Этап 1. Логистическая экспертиза. Целью этого этапа является нахождение основной проблемы, решение которой принесет наиболее высокий результат при наименьших затратах материальных ресурсов и времени.

Этап 2. Перепроектирование технологий работы склада. Целью этого этапа является разработать эффективные решения, которые сокращает операционные затраты и повышают качество работы.

Этап 3. Совершенствование организационно-управленческих решений и информационной системы. Целью третьего этапа заключается в правильном распределение функций, полномочий и зон ответственности персонала склада.

Этап 4. Внедрение. Цель четвертого этапа, состоит в исполнении решений, который направлен на оптимизацию складских технологий и получение максимального эффекта от изменений в складском процессе.

Библиографический список

1. Анализ деятельности «Вайлдберриз». Режим доступа - https://uznayvse.ru/company/wildberries.html\
2. Волгин, В.В. Склад. Логистика, управление, анализ / В.В. Волгин. -

УДК 629.33

МАЗУНОВА А.П., МАЗУНОВА Л.Н., БЕЛЯКОВ В.В.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПОДВИЖНОСТИ АВТОТРАКТОРНОЙ ТЕХНИКИ

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка методики вычисления и повышения интегрального показателя подвижности наземных транспортно-технологических машин и комплексов как обобщенной функции эксплуатационных и конструкционных свойств транспортно-технологических машин (ТТМ) представляет собой, с одной стороны, сложную техническую задачу, а с другой стороны – задачу математического моделирования. Концептуальный подход к оценке подвижности автотракторной техники фундаментально изложен в работах профессора В.В. Белякова [1-8]. С помощью разработанной методики были вычислены интегральные показатели подвижности легковых автомобилей, вездеходной техники [9-12].

Для проведения анализа изменения интегрального показателя подвижности при изменении одного из эмпирических критериев был разработан алгоритм, реализованный в пакете визуального программирования Matlab Simulink (рис. 1). Входными данными для расчётов служат вектор эмпирических показателей Q, вектор весовых коэффициентов W, вектора максимальных и минимальных значений параметров Q_{max} и Q_{min}, значение интегрального показателя подвижности эталонного образца. В настройках анализа требуется выбрать варьируемый параметр, шаг изменения параметра Δt с учетом направления нормировки, задать длительность имитации.

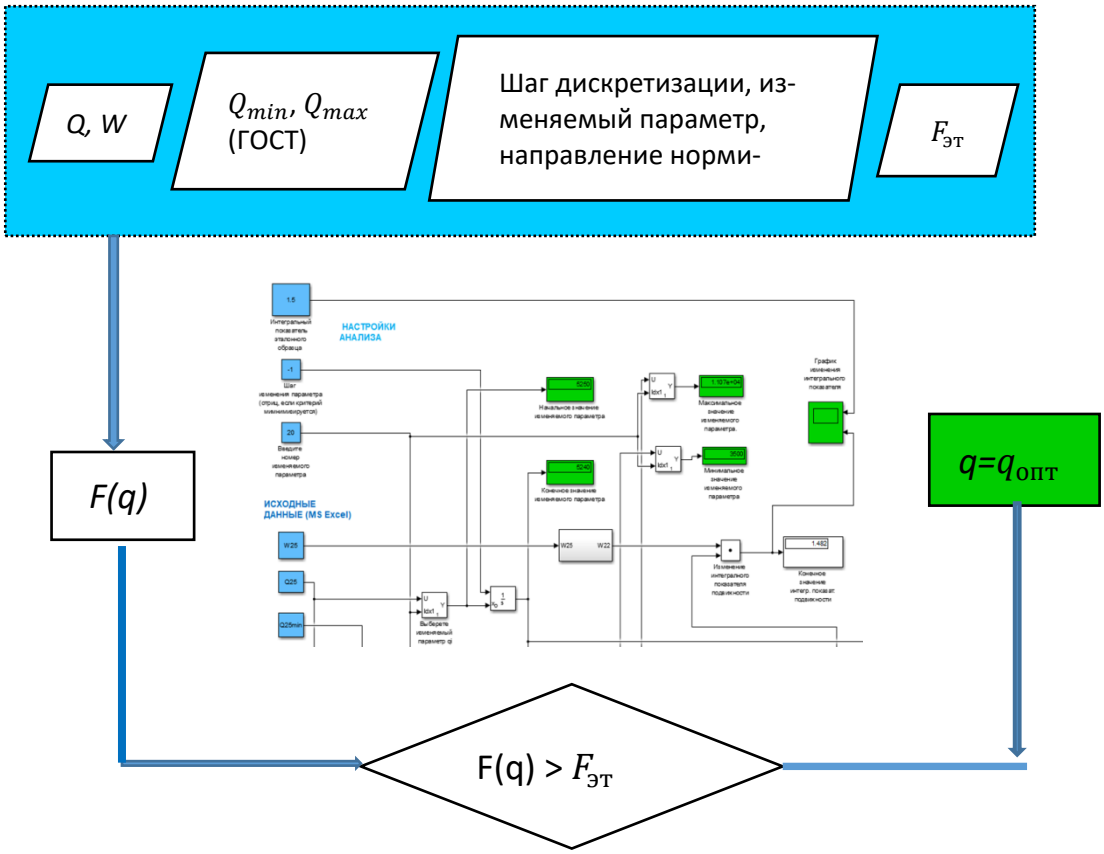


Рис. 1. Алгоритм анализа изменения интегрального показателя подвижности ТТМ

На одной координатной плоскости выводится график зависимости интегрального показателя подвижности опытного образца от одного из оценочных параметров q_i, совмещенного с показателем подвижности эталонного образца, который считается постоянным. Графически определяется точка, соответствующая шагу имитации t^*, на котором значение интегрального показателя подвижности опытного образца достигает значения интегрального показателя эталонного образца, тогда $q_{opt} = q_0 + \Delta t \cdot t^*$, где q_0 – начальное значение варьируемого показателя (рис. 2).

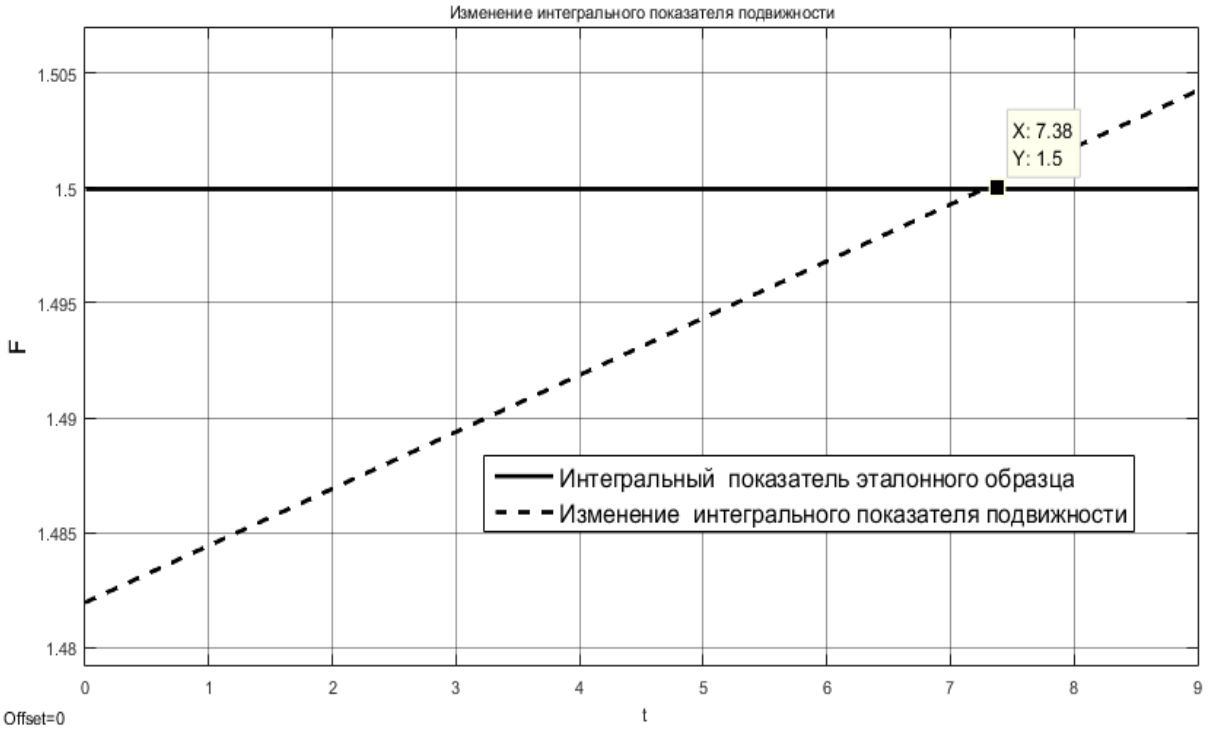


Рис. 2. График изменения интегрального показателя подвижности вездехода «Вея ЗВМ-39083» за счет увеличения рабочего объема двигателя

Библиографический список

1. Беляков, В.В. Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, Е.Ю. Голышев // НГТУ, Н.Новгород, 2002 Деп. в ВИНИТИ 10.01.02. №28-В 2002
2. Беляков, В.В. Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, Е.Ю. Голышев // Проблемы качества и эксплуатации автотракторных средств: материалы II международной научно-технической конференции (21-23 мая 2002 г.) / ПГАСА.– Пенза, 2002 Ч. 1 С. 23-31.
3. Беляков, В.В. Оценка подвижности транспортно-технологических машин / В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, Е.Ю. Голышев // Колесные машины: сб. тр. / МГТУ им Н.Э. Баумана. – М., 2003 С. 29-30.
4. Беляков, В.В. Подвижность и конкурентоспособность транспортно-технологических машин // Известия Академии инженерных наук РФ им. акад. А.М. Прохорова. Транспортно-технологические машины и комплексы / под ред. Ю.В Гуляева. – Москва – Н. Новгород: НГТУ, 2003 Т. 5 С3-25.
5. Беляков, В.В. Оценка подвижности транспортно-технологических систем // «АВТО-НН-2000» (27-29 июня 2000 г): материалы международной научно-технической конференции /НГТУ. – Н. Новгород, 2000 С. 339-357.

6. Беляков, В.В. Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин [Текст] / В. В. Беляков, А. М. Беляев, М. Е. Бушуева // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2013. – № 3 (100). – С. 145-174.
7. Беляков, В.В. Многокритериальная оптимизация в задачах подвижности, конкурентоспособности автотракторной техники и диагностики сложных технических систем: учеб. пособие /В.В. Беляков, М.Е. Бушуева, В.И. Сагунов / НГТУ. – Н. Новгород, 2001 – 271 с.
8. Беляков, В.В. Многокритериальная оценка подвижности автотракторной техники/ В.В.Беляков // ИНТЕРСТРОЙМЕХ-2001: тр. международной научно-технической конференции, 27-29 июня 2001 г. / СПбГТУ. – СПб., 2001 С. 95-99.
9. Мазунова, Л.Н. Преобразование качественных характеристик автотранспортных средств в количественные показатели с применением метода анализа иерархий / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, В. С. Макаров [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2023. – № 1(140). – С. 97-106. – DOI 10.46960/1816-210X_2023_1_97. – EDN JOIWBI.
10. Мазунова, Л.Н. Сравнительный анализ методов многокритериальной оценки конкурентоспособности и подвижности автотракторной техники с учетом весовой значимости характеристик / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, В. С. Макаров [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2022. – № 1(136). – С. 125-136. – DOI 10.46960/1816-210X_2022_1_125.
11. Мазунова, Л.Н. Методика вычисления интегрального показателя подвижности колесных вездеходов на основе метода мнокритериальной оптимизации / Л. Н. Мазунова, В. В. Беляков, Л. Н. Ерофеева [и др.] // Научно-технический вестник Брянского государственного университета. – 2022. – № 3. – С. 211-222.
12. Мазунова, Л. Н. Разработка методики вычисления показателя подвижности по мобильности легковых автомобилей, основанной на применении многокритериальной оптимизации / Л. Н. Мазунова, М. А. Дубкова, В. В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2021. – № 2(133). – С. 102-112.

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., КАПУСТИН А.Г., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В.

ФАКТОРЫ СНИЖЕНИЯ ВИДИМОСТИ ВОДИТЕЛЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ ПО БЕЗДОРОЖЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

При рассмотрении условий движения транспортно-технологических машин можно выделить две основные группы: движение по дорогам (асфальтным, асфальто-бетонным, грунтовым) и движение в ухудшенных дорожных условиях, или по бездорожью. В ухудшенных дорожных условиях с одной стороны, снижается вероятность пересечения с другими транспортными или пешеходными потоками, с другой, возникают новые источники недостаточной или ограниченной видимости. Такими источниками могут послужить геометрические особенности рельефа или дискретные препятствия. От условия обеспечения достаточной видимости зависит скорость и безопасность движения [1, 2]. На рис. 1 представлена схема, показывающая, какие препятствия могут снижать видимость.

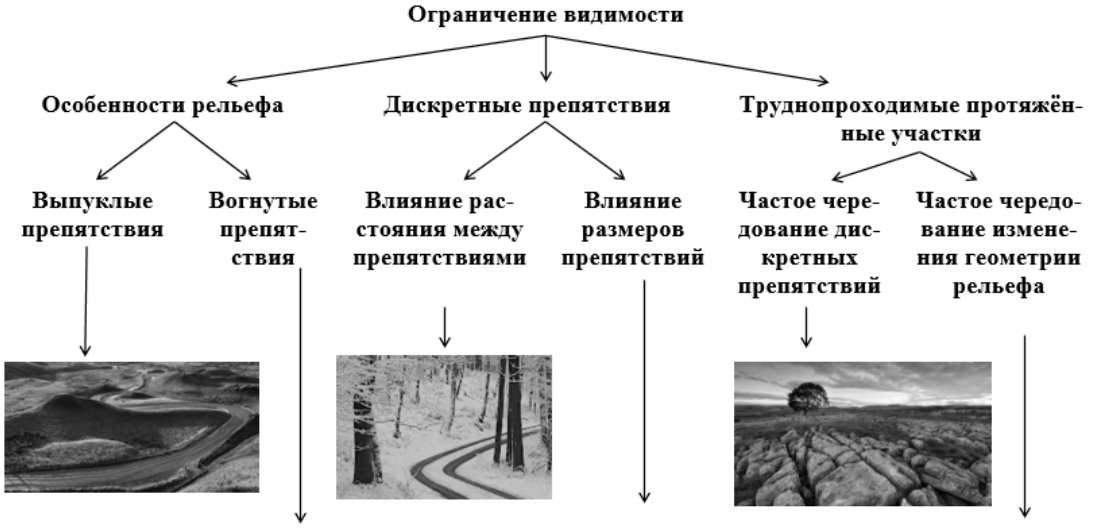


Рис. 1. Снижение видимости. Ограниченная видимость

Библиографический список

1. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева № 4(101) Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник / под общ. ред. профессоров В. Белякова, Л. Палковича ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород, 2012. - 475 с. С. 187
2. Макаров В.С., Папунин А.В., Беляев А.М., Гончаров К.О., Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е., Беляков В.В., Марковнина А.И. Study of uneven surfaces distribution on forestry roads // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012041

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., КАПУСТИН А.Г., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В.

ВЛИЯНИЕ НЕДОСТАТОЧНОЙ ВИДИМОСТИ НА БЕЗОПАСНОСТЬ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Ограниченность и недостаточность видимости значительно влияет на безопасность движения и по дорогам, и по бездорожью. Большую роль хорошая видимость играет при совершении водителями обгонов на дорогах общего пользования, так как именно в этом случае значительно возрастает вероятность лобового столкновения [1, 2]. Движение по скоростным участкам дороги, в том числе по автомагистралям с максимальной разрешенной скоростью выше 80-100 км/ч представляют собой опасности в случае недостаточной видимости. Проведенный анализ выявил, что недостаточная видимость в продольном профиле в гораздо большей степени влияет на количество аварий, чем недостаточная видимость в плане. Также не менее опасными участками с ограниченной видимостью являются многоуровневые развязки и пересечения в разных уровнях автомобильных или автомобильных и железных дорог. На подобных пересечениях видимость может быть ограничена опорами, короткими тоннелями, близко к проезжей части могут располагаться устои с конусами.

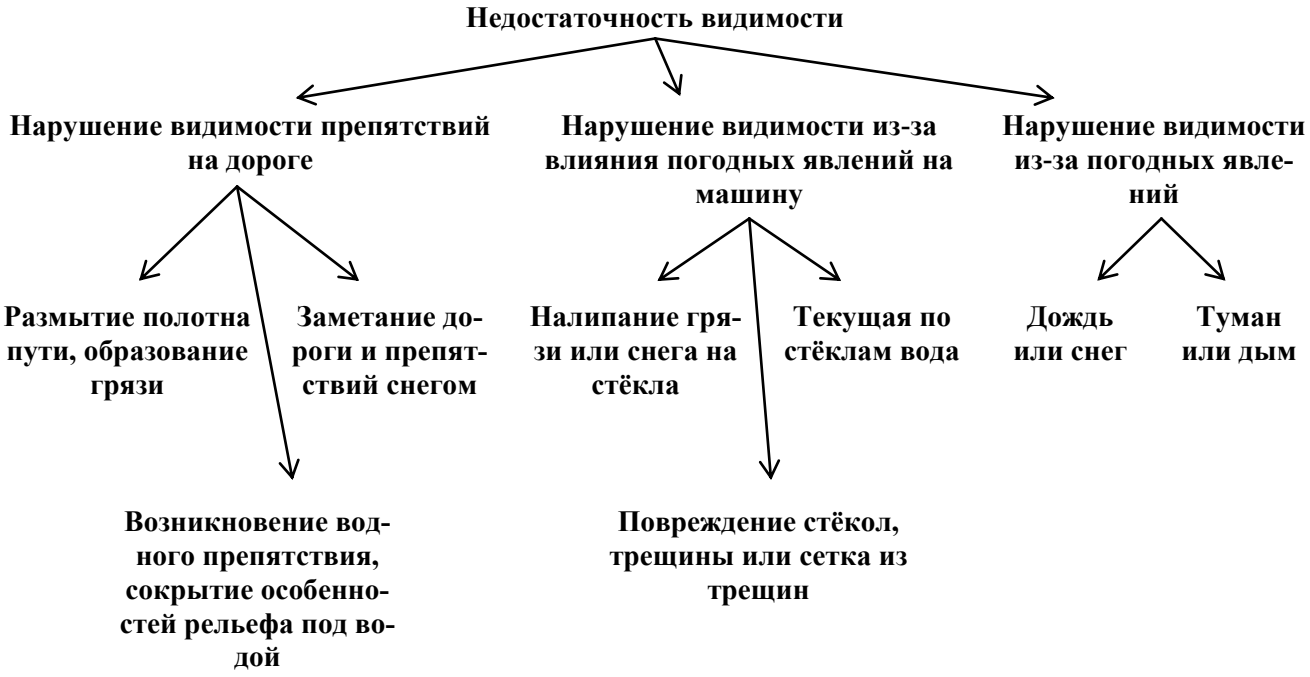


Рис. 1. Снижение видимости. Недостаточная видимость

Находящемуся в кабине водителю ограничивать видимость могут не только элементы дороги и окружения, но и элементы в салоне. Следовательно, проектируемый автомобиль должен обладать хорошей обзорностью. Обзорность определяет степень восприятия водителем окружающего пространства. Чем лучше обзорность, тем больше информации получит водитель. В целом, обзорность - это конструктивное свойство, которое определяет объективную возможность для водителя беспрепятственно видеть весь путь движения и объекты, находящиеся по курсу или по бокам, которые могут помешать безопасному движению [3].

Библиографический список

1. Труды Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева № 4(101) Автоматические и интеллектуальные системы транспортных средств. Автомобили и тракторы, многоцелевые колесные и гусеничные машины, наземные транспортно-технологические комплексы, мобильные роботы и планетоходы: учебник / под общ. ред. профессоров В. Белякова, Л. Палковича ; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева". - Нижний Новгород, 2012. - 475 с. С. 187
2. Макаров В.С., Папунин А.В., Беляев А.М., Гончаров К.О., Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е., Беляков В.В., Марковнина А.И. Study of uneven surfaces distribution on forestry roads // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012041
3. Ломакин В. В., Покровский Ю. Ю., Степанов И. С., Гоманчук О. Г. Безопасность автотранспортных средств: учебник для вузов / Под общ. ред. Ломакина В. В. М. : МГТУ «МАМИ», 2011 299 с.

УДК 629.3

МАРКОВНИНА А.И., КАПУСТИН А.Г., МАКАРОВ В.С., ВАХИДОВ У.Ш., БЕЛЯКОВ В.В.

ВЛИЯНИЕ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ФАКТОРОВ НА ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ ВОДИТЕЛЕМ ВО ВРЕМЯ ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Во время управления автомобилем водителю необходимо постоянно оценивать изменяющиеся дорожные условия и обстановку движения, чтобы вовремя выбрать новый режим движения и успеть на него переключиться. Важно, что правильность оценки может значительно нарушится в условиях недостаточной видимости. Из-за недостатка информации некоторые водители подвержены растерянности и панике, что меньше проявляется в том случае, если водитель постоянно практикуется, набирается опыта, изучает, как можно выходить из предаварийных ситуаций [1]. В сумерках или при плохом освещении, водитель не может воспринимать дорожную ситуацию также как днем, так как глаза не успевают адаптироваться, но благодаря опытности и натренированности он может предугадать состояние окружающей обстановки. Есть вероятность нарушения здоровья водителей, при котором они плохо различают цвета в темноте и поэтому нарушается оценка расстояния до встречного объекта, которая оценивается в большую сторону от реальности, что так же значительно повышает шансы лобового столкновения.

Вероятность принять рациональное решение и вовремя его осуществить напрямую зависит от количества информации, которую водитель способен воспринять из окружающей среды. На повышение данной вероятности влияют: 1 – внутреннее состояние водителя (здоровье, как психическое, так и физическое, обученность и умение «читать» внешнюю обстановку, развитая интуиция); 2 – удовлетворительное техническое состояние машины (отсутствие мешающих зрению объектов или поломок, отсутствие отвлекающих факторов, как шум и вибрация); 3 – выполнение условия достаточной видимости для полного анализа и контроля ситуации [2].

Только на основе мышления осуществляются переработка поступившей информации и принятие решения. Чем больше опытность водителя, тем быстрее он сможет мыслить, соответственно, проанализировать дорожную обстановку. Чем обученнее водитель, тем более правильные суждения он вынесет из анализа обстановки и спрогнозирует ее дальнейшее развитие. Уже от правильности прогноза зависит правильность предполагаемых действий, которые водитель намерен совершить для изменения дорожной ситуации или выхода из нее с наименьшими негативными последствиями [3]. Изменчивость и непостоянность дорожной обстановки сильно влияют на водителя и способствуют повышению уровня усталости, поэтому у него должна быть хорошие выносливость и натренированность, чтобы все время принимать то или иное новое решение.

После анализа факторов, влияющих на водителя в процессе движения видно, что основным критерием правильности оценки и реакции водителя является полнота информации, которую водитель получит из окружающей обстановки и способность верной оценки и реакции на эту информацию.

Библиографический список

1. Психологические особенности человека при управлении автомобильным транспортом: учебное пособие / В.Я. Буйленко, С.В. Жанказиев, В.В. Дементиенко, Ю.А. Короткова, М.В. Гаврилюк. – М.: МАДИ, 2017 – 172 с.

2. Макаров В.С., Папунин А.В., Беляев А.М., Гончаров К.О., Клубничкин Е.Е., Клубничкин В.Е., Беляков В.В., Марковнина А.И. Study of uneven surfaces distribution on forestry roads // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conf. Series 1177 (2019) 012041

3. Линдеман Ханнес. Аутогенная тренировка □Электронный ресурс□ / Линдеман Ханнес. – М. : Попурри, 2000. – 192 с.

УДК: 629.1

СЕМЕНОВ О.М.; ПАПУНИН А.В.; БЕЛЯКОВ В.В.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В СДМ

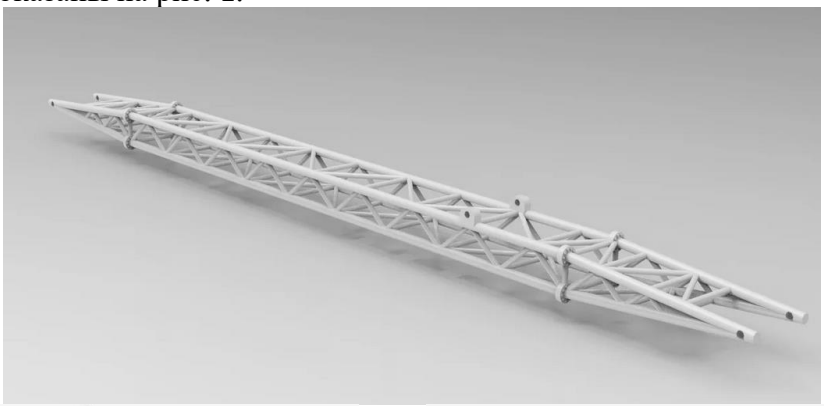
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Композитный материал– это материал, состоящий из двух или более компонентов, каждый из которых обладает различными физическими и химическими свойствами. При этом в сочетании друг с другом они создают новый материал или улучшают характеристики одного из них.

Основными способами получения изделий из композитных материалов являются: контактное формование, инжекция связующего в закрытую форму, прессование, изготовление изделий протяжкой, намотка, магнито-импульсное формование, объемное формование, механическая обработка, литье.

Композитные материалы широко применяются в автомобилестроение, ветроэнергетике, авиастроении, судостроении, ракетостроении, нефтяной промышленности.

В нынешних реалиях, производство различных деталей из металла можно частично заменить на композитные материалы, т.к. они позволяют сэкономить производству немалое количество средств и не уступают деталям из других материалов в прочностных качествах. В качестве элементов строительно-дорожных машин которые можно изготавливать из композитных материалов могут быть некоторые рабочие органы, толкающие брусья бульдозеров, части стрел автокранов, различные ограждения, а так же элементы оперения. Примеры данных элементов показаны на рис. 1.



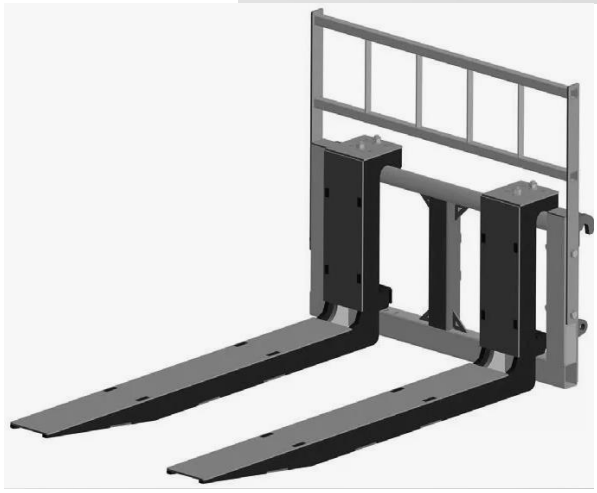




Рис.1. Примеры элементов СДМ, которые могут быть произведены из композитных материалов. Фото взяты из открытых источников.

Библиографический список

1. https://rostec.ru/news/kompozitnaya-istoriya/
[Ростех композитная история]
2. https://naukatehnika.com/istoriya-kompozitnyx-materialov.
[История композитных материалов – Наука и техника]

УДК 629.331

ШОРИНА Ю.Э.

ТРАНСПОРТИРОВКА ТВЕРДЫХ КОММУНАЛЬНЫХ ОТХОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Транспортировка твердых коммунальных отходов предполагает перемещение мусора с помощью автотранспортных средств от места образования до места его накопления, захоронения и утилизации.

Начальное звено в технологической цепочке утилизации ТКО – специальные мобильные установки, называемые мусоровозами – это специализированные автомобили, предназначенные для сбора и транспортировки отходов.

У них может быть различное назначение, в соответствии с которым их комплектуют всевозможным оборудованием.

В большинстве случаев в качестве транспортной базы применяются двухосные или трехосные шасси стандартных грузовиков, доработанные под монтаж специальных надстроек и оборудования. Такой подход объясняется высокими показателями технической и экономической эффективности.

Мусоровозы классифицируются по нескольким параметрам:

1. По типу кузова: кузовные — имеют свой собственный бункер-накопитель для отходов, жёстко соединённый с шасси; контейнерные — предназначены для перевозки съёмного бака или бункера.
2. По назначению: собирающие – забирают мусор с площадок, а затем отвозят его, например, на станцию сортировки; транспортные –для транспортировки груза на значительное расстояние, к примеру, с мусорной площадки на полигон.
3. По объёму: большие (объём кузова доходит до 50 кубических метров, а грузоподъёмность — до 25 тонн); малогабаритные (акая техника имеет небольшие размеры и хорошо подходит для работы в большом городе); с уплотнением и без (в кузовах установлены гидравлический механизм и плита для уплотнения); техника без уплотнения — бункеровозы.
4. По типу загрузки: Задняя – наиболее распространена техника для вывоза отходов с задней загрузкой (до 70% европейской техники для погрузки мусора). Плюсы таких моделей – максимальная надежность прессующего механизма, хорошая маневренность, долгий срок службы. Боковая – загрузка мусора через люк в крыше кузова производится при помощи манипулятора, который обеспечивает захват, подъем, опрокидывание, встряхивание и возврат контейнера на место. Фронтальная – такие модели поднимают большой мусорный бак и перекидывают его через кабину. Для организации вывоза отходов таким способом требуется больше пространства. Такие мусоровозы имеют одно главное достоинство – создание наиболее благоприятных условий для работы оператора. Такие модели получили распространение в ряде стран, например, в США. Мультилифт – это погрузочно-разгрузочный механизм с крюковым захватом и гидравлическим приводом. Главное достоинство мультилифта – мощный

подъемник, благодаря которому в мусоровоз такого типа можно загружать объемные контейнеры. Бункеровозы/контейнерные мусоровозы – они имеют несколько разновидностей, у каждой из которых есть свои недостатки и преимущества: с крюковым захватом. Оперативней загружает контейнер, чем бункеровоз с тросовым механизмом, и имеет более дорогую и долговечную конструкцию с тросовым механизмом. Машина «затягивает» контейнер на наклоняемую платформу с помощью лебёдки. Разгрузка происходит самосвальным способом. Рамные бункеровозы. В таком типе техники бункер ставится на шасси с помощью качающихся рычагов.

Создание автомобилей оригинальной конструкции, как правило, разработанных с использованием уже выпускаемых узлов и агрегатов, вызвано стремлением превзойти характеристики серийных машин, которые не обеспечивают выполнение компоновочных, функциональных, а также иных требований, предъявляемых к некоторым типам мусоровозов. Отличия специально разработанных для мусоровозов шасси заключаются в несущих рамах оригинальной конструкции, кабинах, дублирующих органах управления и т.д. Также правительство обязало оснастить все транспортные средства, участвующие в перевозках, системой спутниковой навигации ГЛОНАСС.

Главное преимущество использования автомобиля для перевозки опасных отходов – возможность доставить их непосредственно на участок захоронения, обезвреживания или утилизации.

Все виды работ, связанные с погрузкой и перевозкой мусора, должны быть максимально механизированы, а по возможности - еще и герметизированы.

Запрещается вывозить разные типы отходов одним автомобилем. Должны быть отдельные машины для вывоза мусора из торговых и жилых зданий, для специальных отходов, для крупногабаритных, опасных и т. д.

Вся спецтехника операторов по обращению с ТКО в Нижегородской области оснащена системой ГЛОНАСС и видеорегистраторами. Полигоны Нижегородской области оснащены системами весового контроля и распознавания по регистрационному номеру.

Библиографический список

1. https://nizhniy-novgorod.rbauto.ru/articles/vidy-musorovozov/
2. Распопова К. И. «Генеральная схема санитарной ouистки территории Ленинского городского округа Московской области»
3. Каргин Р. В. «Классификация машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов»
4. https://kaslpro.ru/blog/otkhody/transportirovka-opasnykh-otkhodov

Подсекция 4.5

Системы трубопроводного транспорта

УДК 621.671

КОРИШИ А., ВОЕВОДИН А.Г., ХРУНКОВ С.Н.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА ЦЕНТРОБЕЖНОГО НАСОСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Учебным планом специальности РЕ предусмотрена курсовая работа по проектированию одноступенчатого центробежного насоса, используемого на нефте-газопромыслах.

При расчете принимаются следующие данные:

1. Расход жидкости (производительность) Q $м^3/с$.
2. Напор H м вод. ст.
3. Частота вращения рабочего колеса n об/мин.
4. Скорость жидкости на входе в насос w_1 м/с.
5. Скорость жидкости на выходе из насоса w_2 м/с.
6. Перекачиваемая жидкость (вода, нефтепродукты) плотностью ρ $кг/м^3$.
7. Предварительное значение КПД η.

Сначала выполняется предварительный расчет по полуэмпирическим формулам таких физических и геометрических параметров, как мощность N (кВт), коэффициент быстроходности рабочего колеса n_s, диаметры входного и выходного патрубков (м).

Затем на основе полученных данных производится уточненный расчет параметров колеса (объемный КПД, приведенный диаметр, объемный, гидравлический, механический и полный КПД, диаметр вала, втулки, количество жидкости, подаваемое колесом).

После этого определяются параметры на входе в колесо (осевая скорость, диаметр, меридианальная составляющая абсолютной скорости, ширина канала с учетом его загромождения лопатками, окружная и относительная скорости жидкости, угол установки лопатки с учетом положительного угла атаки).

Аналогично определяются параметры на выходе с колеса (теоретический напор, число лопаток и т.д.)

Затем выполняется профилирование канала колеса в меридианальном сечении (от ширины на входе до выходной), профилирование цилиндрической лопасти(определяется угол охвата лопасти и разбивается равномерно по 6 сечениям), спирального улиточного отвода круглого поперечного сечения при разбивке через 45^0),выполняются соответствующие графические эскизы в масштабе).

После определяются параметры напора, мощности и КПД в зависимости от подачи (при равномерной разбивке в 5 точках) и строятся соответствующие характеристики.

В заключение определяются кавитационные характеристики и величина осевого усилия на упорный подшипник.

Для упрощения проверки студенческих работ была разработана соответствующая программа в EXCEL.

Библиографический список

1. Андрющенко, Р.С. и др. Судовое вспомогательное Энергетическое оборудование /Р.С. Андрющенко. - Л. : Судостроение, 1991.- 392 с.
2. Ломакин, А.А. Центробежные и осевые насосы / А.А. Ломакин. - М.- Л. : Машиностроение, 1966. - 364 с.
3. Черкасский, В.М. Насосы, вентиляторы, компрессоры / В.М. Черкасский. - М. : Энергоатомиздат,1977. - 416 с.
4. Яременко, О.В. Испытания насосов / О.В. Яременко. - М.: Машиностроение, 1976. - 224 с.

УДК 534.1

КУРНЕВ З.С., КАПИТАНОВ Д.В.

ДИНАМИКА КРИВОЛИНЕЙНОГО ТРУБОПРОВОДА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ ВНЕШНИХ СИЛ

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В работе рассматриваются колебания находящегося в вертикальной плоскости трубопровода, состоящего из трех прямолинейных участков, расположенных под прямыми углами (рис. 1). Краевые условия на границах A и B рассматриваются двумя способами: шарнирное и жесткое закрепление. Предполагается, что внешнее воздействие на систему задается некоторыми периодическими силами, приложенными в точках сгиба трубопровода. Эти силы чаще всего возникают вследствие гидравлического удара или иных волновых процессов, возникающих в одномерном потоке текущей жидкости [1, 2].

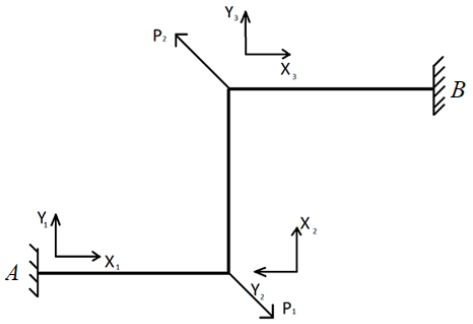


Рис.1. Схема трубопровода, расположенного в вертикальной плоскости

Закон движения трубопровода ищется в следующем виде: $U(x,t) = \sum_{i=1}^{3} X_i(x)T_i(t)$, где $X_i(x)$ — функция, представленная формой статической деформации соответствующего участка трубопровода под действием веса. Уравнение движения системы составляется в форме уравнения Лагранжа второго рода в случаях наличия и отсутствия внешнего трения в системе.

Результаты проведенных исследований показали, что при определенных значениях частот внешней силы, действующей в точках сгиба, в системе возникают процессы биения и резонанса, что может значительно увеличить амплитуду колебаний и привести к необратимым процессам, при которых дальнейшая эксплуатация данного элемента конструкции механической системы будет невозможна. На рис. 2 представлены графики, описывающие

движение правого конца первого участка трубопровода при наличии трения при шарнирном закреплении на участке *A* и жестком закреплении на участке *B* в случаях, когда собственная и внешняя частоты различны, близки (биение) и совпадают (резонанс).

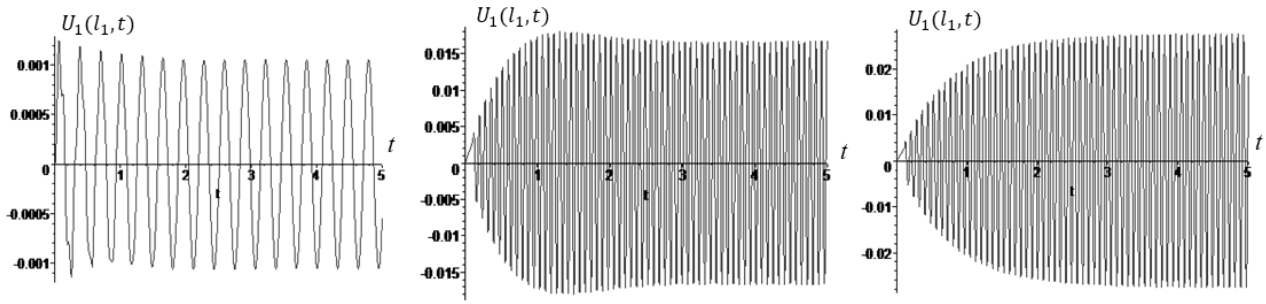


Рис.2. Колебания правого конца первого участка трубопровода

Библиографический список

1. Горбунова А.А., Капитанов Д.В., Смирнов Л.В. Численно-аналитическое исследование динамики криволинейного трубопровода с нестационарным потоком сжимаемой жидкости // Проблемы прочности и пластичности. 2012. №.74. С. 167–176.
2. Аронович Г.В., Картвелишвили Н.А. Гидравлический удар и уравнительные резервуары. М.: Гл. ред. физ.-мат. лит., Наука, 1968. 248 с.

УДК 534.1

ЛЕКОНЦЕВ А.М., КАПИТАНОВ Д.В.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ УПРУГОГО ОСНОВАНИЯ ТРУБОПРОВОДА С ПОТОКОМ ЖИДКОСТИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ УСТОЙЧИВОСТИ

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет
им. Н.И. Лобачевского

В современной инженерной практике исследование динамических процессов, происходящих при взаимодействии элементов конструкции с потоком жидкости, играет важную роль в разработке и совершенствовании различных механических систем. Одним из ключевых моментов таких исследований является анализ границы устойчивости элементов этих конструкций.

В работе рассматриваются малые плоские изгибные колебания прямого трубопровода, лежащего на упругом основании. Левый конец трубопровода имеет шарнирно-пружинное закрепление, правый конец трубопровода свободен. Вдоль трубопровода с постоянной скоростью течет поток идеальной несжимаемой жидкости.

Чаще всего при исследовании устойчивости в задачах такого вида используют различные приближенные методы, основным из которых является метод Бубнова — Галеркина, основанный на представлении решения задачи в виде ряда по первым формам деформаций. Например, в случае консольно закрепленного трубопровода потеря устойчивости происходит по второй форме колебаний [1], и использование большего числа форм при исследовании дает близкие результаты. При наличии упругого основания в системе номер формы, по которой происходит потеря устойчивости, зависит от величины этого упругого основания, и однозначно определить минимальное число базисных функций для исследования границы устойчивости сложно. Для решения этой проблемы предлагается второй метод, основанный

на анализе характеристических показателей системы, и не учитывающий ограничения по числу первых форм деформации [2].

На рис. 1 представлена зависимость параметра безразмерной критической скорости потока жидкости $\delta_{кр}$ от безразмерной жесткости упруго основания ψ, полученная при использовании метода Бубнова — Галеркина, а также метода, основанного на исследовании характеристических показателей. В начале все подходы дают близкие количественные результаты. Начиная с некоторого момента двухмодовое приближение по методу Бубнова — Галеркина начинает давать завышенную оценку в отличие от остальных подходов. В дальнейшем это происходит и с трёхмодовым приближением. При этом метод, основанный на исследовании характеристических показателей, всегда дает верные результаты.

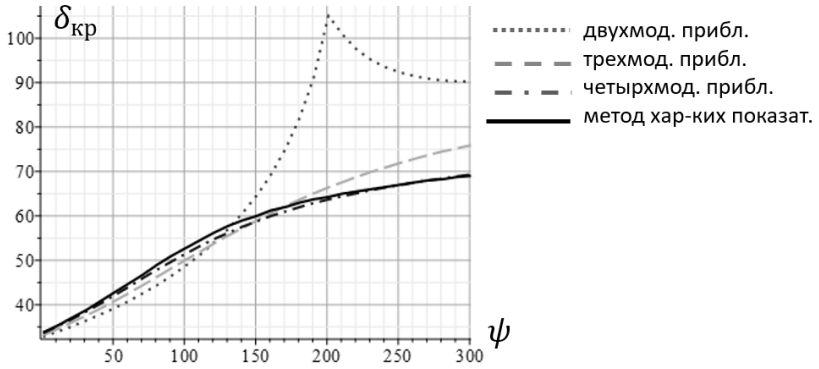


Рис.1. Гафики зависимости $\delta_{кр}$ от ψ, полученные разными методами

Библиографический список

1. Капитанов Д.В. Исследование неконсервативной устойчивости трубопровода с потоком жидкости как гидроупругой системы // Вестник Нижегородского университета им. Н.И. Лобачевского. 2011. № 4–2. С. 169–171.
2. Капитанов Д.В., Овчинников В.Ф., Смирнов Л.В. Неконсервативная устойчивость трубопровода и консольного стержня // Проблемы машиностроения и надежности машин. 2010. №2. С. 117–123.

УДК528.8

СОЛОВЬЕВА А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПРОТЯЖЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Особенность проектирования в нефтегазовом комплексе обусловлена протяженными объектами, которыми являются трубопроводы. Получение исходных данных с местности традиционными способами при помощи теодолитов и нивелиров требует большого количества временных и людских затрат. Для ускорения выполнения проектных работ на всех стадиях проектирования в настоящее время используют информацию, полученную при помощи дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) [1]. ДЗЗ может быть осуществлено следующими видами съемок: спутниковая съемка и съемка с помощью беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Например, для прокладки магистральных газо- и нефтепроводов сначала ис-

пользуют снимки со спутников, а затем для конкретизации ситуации местности применяют данные с БПЛА на интересующих участках исследуемой территории.

Из спутников на данный момент используется космический аппарат «Ресурс-П» №3 (Россия). Он входит в состав космического комплекса «Ресурс-П» и предназначен для высокодетального, детального широкозахватного и гиперспектрального оптико-электронного наблюдения поверхности Земли и передачи данных по радиоканалу на наземные пункты приема информации, обработки и архивирования полученной информации. Точность привязки снимков при съемке оптико-электронной аппаратурой составляет не более 10-15 м в системе координат WGS-84. Режимы съемки: объектовая; маршрутная; стереосъемка маршрутов размером до 115 км; съемка площадок размером до 100 км х 300 км [2].

Принцип работы БПЛА основан на использовании автоматических систем навигации и управления, что позволяет им выполнять наблюдение, разведку, фотографирование, геодезические работы. Обычно БПЛА оснащены датчиками, камерами, GPS/ГЛОНАСС-навигацией и другими устройствами, которые позволяют им вести наблюдения и передавать данные в реальном времени на землю. БПЛА в сфере ДЗЗ используются для аэрофотосъёмок для составления карт, мониторинга изменений в природной среде, контроля за использованием земельных участков, а также для изучения климата и экосистем. Благодаря преимуществам БПЛА, таким как мобильность и возможность бесперебойного наблюдения, исследователи могут получать ценные данные об объекте исследования, с помощью которых можно составить карты рельефа местности, оценить возможность и целесообразность проектирования объекта в данной области [3].

Таким образом, применение результатов различных видов съемок ДЗЗ для проектирования протяженных объектов является востребованным в нефтегазовом комплексе и позволяет выполнять проектные работы эффективно, качественно и с меньшим временем.

Библиографический список

1. Гершензон В.Е. Дистанционное зондирование Земли // Информационный бюллетень ГИС-Ассоциации. – 2006. – №12. – С.33-37

2. Космический аппарат «Ресурс-П» №3 // РОСКОСМОС URL: https://www.samspace.ru/products/earth_remote_sensing_satellites/ka_resurs_p3/ (дата обращения: 23.04.2024).

3. Нейро-нечеткие методы в интеллектуальных системах обработки и анализа многомерной информации / Абрамова Т. В., Ваганова Е. В., Горбачев С. В. [и др.] ; Том. гос. ун-т. - Томск : Издательство Томского университета, 2014. URL: http://vital.lib.tsu.ru/vital/access/manager/Repository/vtls:000488694 (дата обращения: 25.04.2024).

СЕКЦИЯ 5

МОРСКАЯ, АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Подсекция 5.1

Кораблестроение и авиационная техника

УДК 629.124

АЛЕКСАНДРОВА К.О.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО СУДНА СНАБЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЛЕДОКОЛЬНЫХ ОПЕРАЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В морях северного бассейна России хранится огромный запас углеводородов, закрепляющих страну на лидирующих позициях по добыче и продажи нефти. Существующая транспортная система обеспечения работ морских буровых установок включает многофункциональные ледокольные суда и челночные танкеры, обеспечивающие доставку нефти. Для выполнения полного цикла работ по бесперебойному снабжению и безопасному функционированию добывающих платформ арктического шельфа необходимы суда снабжения. Поэтому проектирование таких судов является актуальной задачей.

Независимо от вида бурения и типа бурового оборудования к месту проведения работ с материка необходимо доставлять большое количество материалов, топлива, пресной воды, а также рабочих. Задача снабжения может быть решена по двум вариантам: создание судна снабжения ледокольного класса или использование судов снабжения с ледовыми подкреплениями в сопровождении ледокола. Наиболее целесообразным считается первый вариант, т.к. значительно расширяется вариативность использования судна.

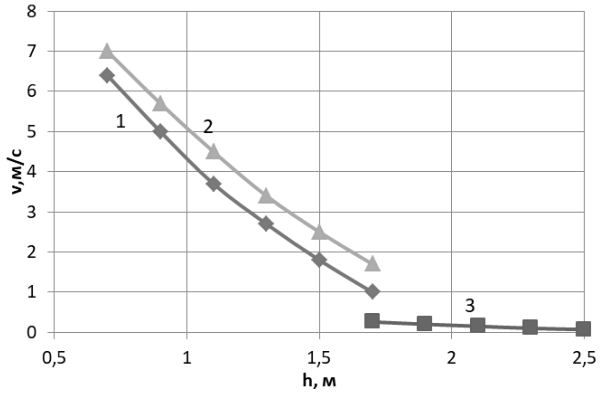


Рис. 1. Кривые ледопроходимости при движении в сплошном льду: 1 – при непрерывном движении без ПОУ, 2 – при движении с ПОУ, 3 – при работе судна набегами

При прогнозировании ледовой ходкости спроектированного судно снабжения дедвейтом 3700 т класса КМ⍟ Icebreaker7 [1] были выполнены расчеты ледового сопротивления существующими методами для различных ледовых условий. Судно способно работать в сплошном ледовом поле непрерывным ходом и преодолевать лед толщиной 1,5 м со скоростью 1,8 м/с или 3,5 узла, что удовлетворяет условию минимальной устойчивой скорости равной 1,5-2 узла. Кроме этого, при необходимости, судно может преодолевать ледовые перемычки набегами. На рис. 1 показана кривая ледопроходимости в сплошном льду и при работе набегами. Для повышения ледопроходимости целесообразна установка пневмоомывающего устройства (ПОУ). На рис. 2 показаны кривые ледопроходимости проектируемого судна при движении судна с применением ПОУ (f=0,08) и без (f=0,15) [1].

Спроектированное судно удовлетворяет требованиям Правил по мореходным качествам при движении на чистой воде и в ледовых условиях. Судно является остойчивым и непотопляемым.

---

1. Калинина Н.В. Влияние пневмо-омывающего устройства на ходкость ледоколов // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.

УДК 629.127

БАХТИЯРОВ А.В.

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР СПУСКАЕМОГО ГЛУБОКОВОДНОГО АППАРАТА ДЛЯ БАЗИРОВАНИЯ НА НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОМ СУДНЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Научно-экспедиционные суда (НЭС) – немногочисленный по тоннажу, но разнообразный по номенклатуре проектов подкласс судов в составе служебно-вспомогательного флота.

В данной работе научно-экспедиционными считаются суда, предназначенные не только для проведения исследований и обладающие научным оборудованием, но и имеющие помещения, предназначенные для перевозки грузов и пассажиров.

Проектирование НЭС является актуальным, поскольку на текущий момент существует лишь два судна, способных проводить экспедиции к Антарктиде и снабжать антарктические станции. Также есть необходимость в глубинных исследованиях Северного ледовитого океана, поскольку регион обладает крупными месторождениями энергоносителей, обладает большим потенциалом к рыбному промыслу, при этом на его богатства претендуют все арктические страны. Например, в 2015 г. Россия направила заявку на расширение границ континентального шельфа площадью 1,2 млн кв. км. с приложением результатом научных экспедиций. Заявка была одобрена в 2019 г. [1].

Работа посвящена обоснованию и выбору глубоководного аппарата для научно-экспедиционного судна дедвейтом 7000 т. класса РС КМ ⍟ Arc7 [1] AUT2 Special purpose ship. Назначение судна: доставка грузов и замена персонала антарктических станций, проведение научно-исследовательских работ и изучение природных процессов и явлений в океане, вывоз отходов и мусора из Антарктики. Основные характеристики: Lпп = 134 м, B= 23,88 м, T = 8,73 м, H= 13,87 м, D= 17410т, DW= 7000 т.

Для проведения глубоководных исследований судно должно быть оснащено спускаемым глубоководным аппаратом, что обусловливает необходимость выбора его оптимальных характеристик.

На текущий момент есть три типа отечественных глубоководных исследовательских аппаратов:

1) автономный обитаемый аппарат «Консул» пр. 16811, характеристики: предельная глубина погружения 6000м; длина наибольшая 8,4м; ширина наибольшая 3,9м; высота наибольшая 3,85 м; масса подготовленного к спуску аппарата 25т; максимальная горизонтальная скорость в погруженном состоянии 2,6 уз; экипаж 2(3) чел. Способен производить: подводно-технические, археологические, геологоразведочные, и другие работы, проводить изучение ихтиофауны, вести фото-, теле- и видеосъемку [2];

2) комплекс «Витязь-Д», состоит из: автономного необитаемого подводного аппарата для сверхглубоких погружений; гидроакустической донной станции связи и навигации; корабельной аппаратуры управления. Основные характеристики: длина наибольшая 5,7 м; диаметр 1,3 м; масса 5,7т; предельная глубина погружения 12000 м. Используется при проведении поисковых, измерительных работах, взятии грунтовых проб [3];

3) автономный необитаемый подводный аппарат «Юнона», характеристики: предельная глубина погружения 1000м; длина 2,9м; диаметр 0,2м; масса 0,09т. Предназначен для выполнения поисковых, картографических, измерительных работ.

Среди представленных аппаратов «Консул» обеспечивает наибольший функционал при большой глубине погружения. Поэтому данный аппарат следует принять в качестве основного, проектировать устройства обеспечения исходя из его технических характеристик. Комплекс «Витязь-Д» можно принять как вспомогательный, дублирующий, и для работы на предельных глубинах. Аппарат «Юнона» имеет большие ограничения по функциональности и глубине погружения, поэтому его применение возможно эпизодически.

Библиографический список

1. Конышев В.Н. Арктика в международной политике. Сотрудничество или соперничество?/ В.Н. Конышев, А.А. Сергунин; Российский институт стратегических исследований, 2011.-194 с.

2. Автономный глубоководный аппарат «Консул» проекта 16811 // Малахит-морское бюро машиностроения URL: http://www.malachite-spb.ru/192/ (дата обращения: 14.04.2024).

3. Комплекс "Витязь-Д" // ЦКБ МТ Рубин URL: https://ckb-rubin.ru/proekty/robototekhnika/kompleks_vitjaz_d/ (дата обращения: 14.04.2024).

4. АНПА "Юнона" // ЦКБ МТ Рубин URL: https://ckb-ubin.ru/proekty/robototekhnika/anpa_junona/ (дата обращения: 14.04.2024).

УДК 629.124

БЛИНОВ К.Д.

НАСТРОЙКА ПОЛУЭМПИРИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ОПЫТОВОМ БАССЕЙНЕ НГТУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Физическое моделирование в современной ледотехнике является самым распространенным способом предсказания ледового сопротивления. В большинстве ледовых опытовых бассейнах мира сопротивления движения на натуру пересчитывается по кубу масштаба. При этом вводятся поправки по прочности льда на изгиб, толщине ледяного покрова. Что в свою очередь ведет к уменьшению физического смысла. В свою очередь актуальным становится

нахождение новых способов пересчёта сопротивления. Одним из таких методов является пересчёт ледового сопротивления с использованием полуэмпирических моделей.

Данный подход можно использовать в двух разных по своей сути приложениях. Первый – уточнение полуэмпирических моделей путём настройки коэффициентов по результатам модельных испытаний совокупности судов. Второй – пересчёт с помощью модели сопротивления на натуру по результатам эксперимента для каждого отдельно взятого судна. Данный способ при масштабировании исследований может в будущем давать рекомендации для использования конкретных значений коэффициентов при эмпирических моделях для различных форм корпусов ледоколов.

В качестве выбранных для настройки моделей сопротивления выбраны методы Ионова Б.П. и Грамузова Е.М. [1]. Полученные коэффициенты приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Коэффициенты полуэмпирических моделей**

Метод Ионова	0,021	0,147	0,302	0,01
Метод Грамузова	$1{,}45 \cdot 10^6$ кПа^2	$4{,}88 \cdot 10^6$ кПа^2	1,766	0,44

Для настройки модели сопротивления используются модельные испытания ледоколов проектов 21900, 1191, 1105, 16 проведенные в опытовом ледовом бассейне НГТУ им. Р.Е. Алексеева. На рис. 1 приведены диаграммы ледопроходимости ледокола проекта 21900, полученные в результаты исследования.

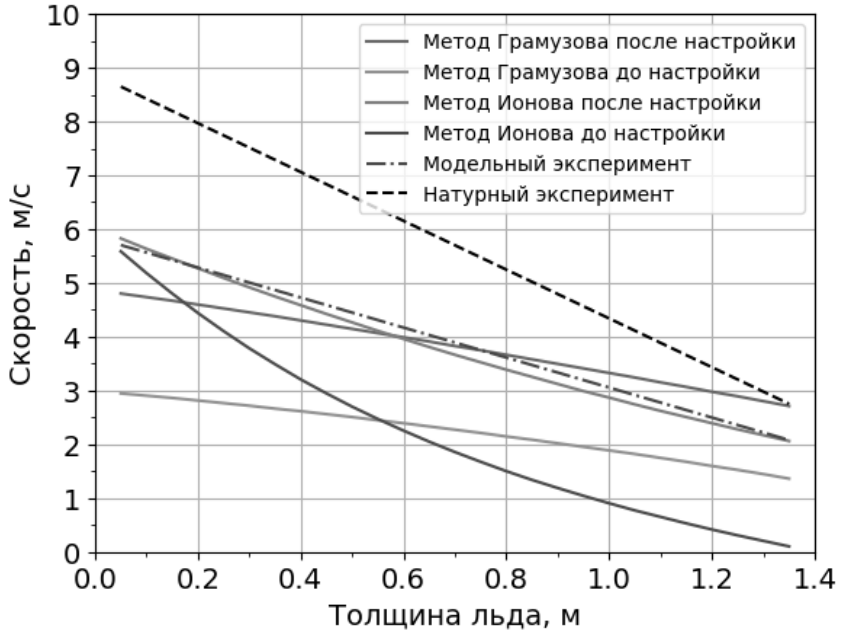


Рис. 1 Диаграммы ледопроходимости ледокола 21900

В результате исследования можно сделать вывод об улучшении предсказания ледопроходимости с использованием предложенного метода.

1. Ионов Б.П., Грамузов Е.Н. Ледовая ходкость судов: Монография.– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.

УДК 656.62

ВАЛЯЕВ А.В., ЛУКИНА Е.А., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

ОБ АРХИТЕКТУРЕ СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УГРОЗЕ ПОТЕРИ ПОПЕРЕЧНОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ РЕЧНОГО ПАССАЖИРСКОГО СУДНА

Волжский государственный университет водного транспорта

Архитектура программного комплекса для системы поддержки принятия решений капитаном (СППРК) при угрозе потери поперечной остойчивости речного пассажирского водоизмещающего судна включает в себя следующие блоки: ввода и расчета исходных данных весовой нагрузки; расчета диаграмм статической остойчивости (ДСО); расчета функций интенсивности изменения пороговых значений характеристик остойчивости судна; оценки риска потери поперечной остойчивости речного пассажирского водоизмещающего судна.

Исходными данными весовой нагрузки являются нагрузка масс судна порожнем, а также данные по статьям нагрузки масс с твердыми и жидкими грузами.

Для расчета ДСО на текущий момент времени исходными данными служат характеристики геометрии корпуса при актуальных значениях параметров посадки судна (осадка на миделе $T_м$, м, углы крена θ и дифферента ψ) и массово-центровочные характеристики. Для их определения отдельно собирается и обрабатывается информация по твердым и жидким грузам; в случае затопления корпуса судна, поступившая в отсеки вода рассматривается как жидкий груз и учитывается в программном комплексе СППРК при расчете текущей загрузки. Соответственно, неотъемлемой частью СППРК является подсистема автоматического мониторинга наличия воды и ее уровня во всех отсеках и помещениях судна. Параметры посадки судна регистрируются датчиками с заданной частотой и передаются в СППРК с целью расчета массово-центровочных характеристик жидких грузов и гидростатических характеристик корпуса. Для вычисления последних используется алгоритм «TKOST» [1].

В состав расчетного инструментария оценки поперечной остойчивости судна в программном комплексе СППРК применяются функции интенсивности изменения пороговых значений характеристик остойчивости судна $\alpha(t)$, $\beta(t)$, полученные путем аппроксимации характерных точек ДСО [2]. Функция $\alpha(t)$ отражает снижение интенсивности возрастания плеча статической остойчивости на восходящей ветви ДСО по мере приближения к ее точке максимума. Функция $\beta(t)$ отражает достижение точки неустойчивого равновесия – точки максимума ДСО. Оценка риска потери поперечной остойчивости судна производится по принципу ALARP [3], согласно которому он оценивается тремя классами: недопустимый (I класс), приемлемый (II класс) и вполне приемлемый риск (III класс).

Библиографический список

1. Ваганов, А.Б. Конструирование технического корпуса судна аналитическим методом и расчет мореходных качеств на ЭВМ / А.Б. Ваганов, А.В. Васильев, В.А. Ковалев; ГПИ, – Горький, – 1989. – 81 с.
2. Валяев, А.В. Мониторинг остойчивости в системе поддержки принятия решений об использовании средств спасения при угрозе скоротечного затопления речного судна / А.В. Валяев, Е.А. Лукина, В.И. Любимов, Ю.С. Федосенко // Морские интеллектуальные технологии. – 2018. – №4-2(42). – С. 18-23.
3. ГОСТ Р МЭК 61511-3-2011 Безопасность функциональная. Системы безопасности приборные для промышленных процессов. Часть 3. Руководство по определению требуемых уровней полноты безопасности.

УДК 629.123

ВАСИЛЬЕВ К.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЮТЫ ПРОМЫСЛОВОГО СУДНА В SOLIDWORKS

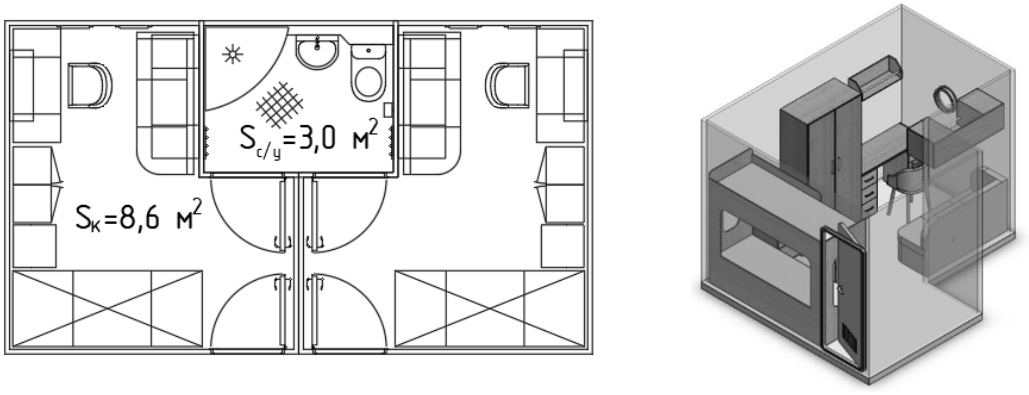
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных задач проектирования промысловых судов является размещение оборудования, в том числе и технологического, экипажа и рабочего персонала, судового и промыслового снабжения, грузов и запасов в корпусе, надстройках и рубках. В современных условиях качественного изменения характера ведения промысла на рыболовных судах и грузовых перевозок на транспортных судах комфортабельность кают экипажа приблизилась к пассажирским. По многим причинам усложнился процесс нахождения разумного компромисса между требованиями технического задания и нормами, которые регламентируются Правилами Российского Классификационного Общества (РКО), Санитарными правилами для морских и речных судов, РД5Р 0195-84 «Архитектура морских судов. Помещения для экипажа. Правила и нормы проектирования» [1].

В современных технологиях проектирования сложных инженерных сооружений, к которым в первую очередь справедливо относятся суда и корабли, предпочтение отдаётся их проектированию в пространственной форме. Речь идёт, прежде всего, о формировании проектных решений не на плоскости (подразумевается разработка чертежей), а в трёхмерном пространстве. В этом случае по созданным 3D-моделям изделия после выполнения соответствующих расчетов и согласований, как правило, в автоматическом режиме создаётся вся необходимая конструкторская документация для его изготовления и последующей эксплуатации. 3D-моделирование позволяет гораздо эффективнее решать очень важный и принципиальный вопрос, связанный с проработкой общего расположения судна. Степень детализации компоновочных решений для судна в целом и отдельных помещений на судне зависит от стадии разработки проекта судна и по мере необходимости может увеличиваться [2].

В рамках выпускной квалификационной работы магистра по проектированию среднего рыболовного траулера морозильного дедвейтом 1500 т необходимо разработать общее расположение судна. Его основные характеристики: LxBxTxH=69,31x13,88x6,54x9,73 м; водоизмещение D = 4402 т; мощность N = 4000 кВт. Проектируемое судно имеет класс РКО КМ ✠ Ice3 (hull) [1] AUT1 (REF) Fishing vessel и предназначено для тралового лова и переработки рыбы в мороженую продукцию. Район плавания: Белое, Баренцево, Гренландское и Норвежское моря. В целях решения данной задачи предлагается моделирование общего расположения с использованием САПР SolidWorks. В качестве примера на рис.1 показана 3D-модель жилого блока экипажа, состоящего из двух двухместных кают с общим санузлом.

а)



а **б**

Рис. 1. Жилой блок экипажа:
а – схема размещения кают; *б* – 3D-модель каюты

В данной работе последовательно создаются 3D-модели полезного объёма блока каюты (с учётом набора, изоляции и зашивки помещений) и судовой мебели по каталогам судостроительных предприятий. Итоговая модель выполняется из двух жилых блоков и санузла в режиме *Сборка*. Мебель и оборудование в каютах размещают с учётом допустимых минимальных расстояний между ними и для удобства перемещения людей.

Разработанная 3D-модель каюты удовлетворяет всем основным требованиям, предъявляемым к жилым помещениям [3,4].

Библиографический список

1. Проектирование судовых помещений транспортных судов: Учеб. пособие/ В.В. Князьков; Нижегород. гос. техн. ун-т. Нижний Новгород, 2002. – 78 с.
2. Князьков В.В. Использование 3D-моделирования в кораблестроительном образовании// Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы XXVI Международной научно-методической конференции, г. Н. Новгород, 7 февраля 2024 г. / Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2024. – С.50-54.
3. Санитарные правила для морских судов СССР. – М.: В/О "Мортехинформреклама", 1984. – 188 с.
4. РД 5.0195-84 "Архитектура морских судов. Помещения для экипажа. Правила и нормы проектирования". – 86 с.

УДК 629.124

ВАТАГИН Д.А.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ГРУЗОВОГО И ПРОМЫСЛОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ РЫБОЛОВНОГО ТРАУЛЕРА ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПРОМЫСЛА В МОРЯХ СЕВЕРНОГО БАССЕЙНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Промысловый флот является одним из приоритетных направлений развития судостроения в Российской Федерации. В течение последних 10 лет состояние рыбопромыслового флота России характеризовалось двумя основными тенденциями: сокращением единиц флота и увеличением среднего возраста оставшихся в эксплуатации судов.

Конструктивные особенности современных рыболовных траулеров существенно различаются, поскольку многие национальные морские юрисдикции не устанавливают обязательных стандартов досмотра судов для небольших коммерческих рыболовных судов.

Промысловые суда отличаются от транспортных прежде всего наличием специального оборудования, предназначенного для добычи, приема на борт, транспортировки по судну и переработки улова, а также хранения готовой продукции при заданных температурных режимах.

Спроектировано судно класса КМ ✯ Arc4 AUT1 REF Fishing vessel с основными характеристиками: длина 80,5 м, ширина 15,9 м, осадка 8,15 м, высота борта 11,98 м, является траулером-процессором, т.е. имеет оборудование для добычи, переработки, и производства замороженной продукции в море непосредственно на борту судна. Донный трал проектируемого судна включает в себя: ваер, траловые доски, верхнюю и нижнюю подборы, куток [3]. Схемы приведены на рис. 1 и 2.

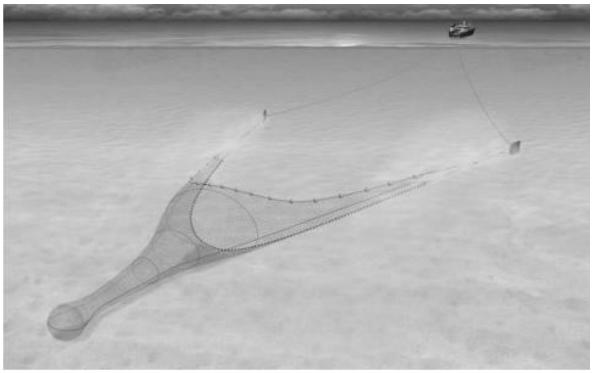


Рис. 1. Работа донного трала

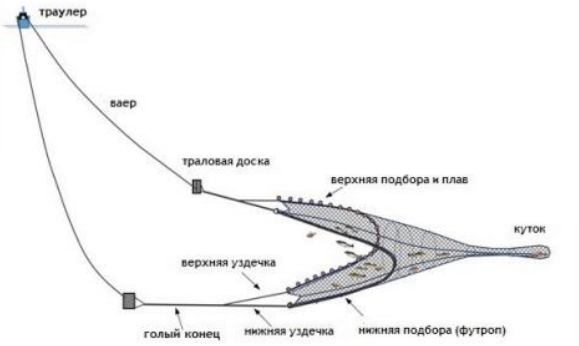


Рис. 2. Конструктивные элементы трала

Библиографический список

1. Траулеры и сейнеры / Каменский Е.В., Терентьев Г.Б. – Ленинград: Судостроение, 1978 -216с
2. ttps://openknowledge.fao.org/

УДК 656.62

ГАЛЕЕВ Р.Э., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИИ ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ В СИСТЕМЕ ПОДДЕРЖКИ УПРАВЛЕНИЯ МАНЕВРИРОВАНИЕМ СУДНОМ

Волжский государственный университет водного транспорта

Один из новых, перспективных путей совершенствования процессов маневрирования судном в стесненных навигационных условиях внутренних водных путей связан с конструктивной реализацией концепции дополненной реальности. Последняя заключается в визуальном отображении на универсальном рабочем мониторе судоводителя в реальном времени предполагаемой динамики судна. Указанная модель рассчитывается по адекватной эксплуатационной ситуации математической модели прогнозируемой траектории движения судна (ПТДС) на ближней дистанции (протяженностью инерционного пути свободного выбега) вкупе с соразмерным отображением видимой судоводителем панорамы текущей судоходной обстановки. Данный подход иллюстрируется на рис. 1.

Общая математическая модель для расчета ПТДС и её визуальное отображения в реальном времени при совершении управляемым судном маневра ситуационно учитывает маневренные и инерционные характеристики судна, актуальные значения его линейной и угловой скорости, а также информацию, получаемую при опросе датчиков положения органов управления движительно-рулевого комплекса и глубины фарватера под килем

Предлагаемый подход позволяет: а) полностью исключить выполнение судоводителем расчетов по традиционной технологии решения навигационных задач с помощью расчетов и маневренного планшета; б) высвободить временной ресурс для анализа влияния внешних воздействий на ПТДС; в) точнее оценить потенциальную возможность риска возникновения опасной навигационной ситуации; г) принять управляющее решение с более полным учетом специфических особенностей актуальной навигационной ситуации.



Рис. 1. Стоп-кадр примера реализации дополненной реальности – проекции ПТДС на цифровое отображение видимой судоводителем панорамы судоходной обстановки

Описанная технология управления маневрированием судна создаёт условия для повышения уровня безопасности плавания, а также экономически предпочтительна вследствие более ранних корректирующих воздействий. Приведенные результаты подтверждены экспериментально и продемонстрировали перспективность технологии штатного её использования в целях повышения уровня обеспечения безопасности судоходства.

УДК 629.124

ЕГОШИНА Д.Р.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ КОНТЕЙНЕРОВОЗА ДЛЯ МОРЕЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Контейнерные перевозки относятся к современному типу транспортировок, который является удобным и экономически выгодным решением для перемещения средних и крупных грузов. Контейнерный грузооборот морских терминалов в портах России за 2023 год достиг 4,72 млн TEU, что на 15,5% больше, чем годом ранее [1].

Проектируемое судно – контейнеровоз – предназначено для сезонной транспортировки контейнеров и генеральных грузов. Судно проектируется на класс Морского Регистра судоходства КМ ⍟ Arc4 1 AUT2; численность экипажа - 14 человек; автономность плавания - 15 суток; скорость на чистой воде - 17 узлов.

Основные характеристики контейнеровоза: главные размерения корпуса $L \times B \times T \times H$ = = 106,8 ×17,8×4,83 ×7,25 м; полное водоизмещение 7062 т.

При проектировании были выбраны обводы корпуса и спроектирована конструкция мидель-шпангоута судна для максимальной загрузки трюмов (рис.1). Носовая оконечность судна с прямым наклонным форштевнем, кормовая оконечность имеет транцевую форму. Система набора: в оконечностях – поперечная, в средней части для наружного борта выбрана поперечная система набора, остальные перекрытия – по продольной системе. Для размещения топлива и воды используются танки двойного дна и бортовые цистерны. Тип крышек – съемные люковые закрытия понтонного типа (рис. 2).

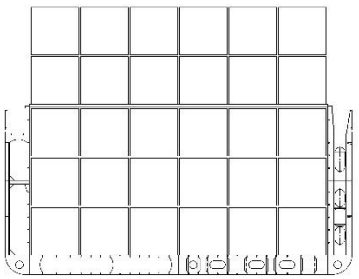


Рис. 1. Конструкция мидель-шпангоута судна

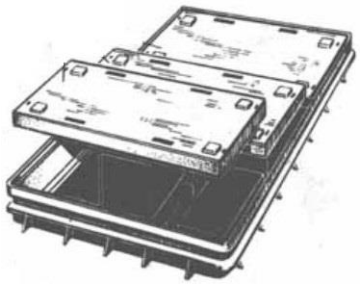


Рис. 2. Люковые закрытия понтонного типа

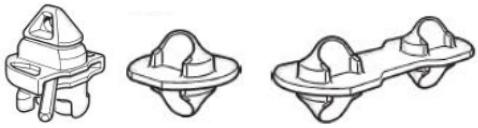


Рис. 3. Замок твистлок и палубные фитинги

Для размещения груза на судне используется 3 трюма общей контейнеровместимостью 168 TEU, на палубе перевозится 82 TEU. Раскрытие палубы составляет 86 %. За счет высокого комингса люка 1,4 м в трюмах размещается 3 контейнера по высоте.

В трюме и на палубе контейнеры устанавливаются вдоль корпуса судна. Фиксация контейнеров на палубе производится посредством замков – твистлоков типа «ласточкин хвост», которые крепятся к палубным фитингам (рис. 3) [2]. Также для крепления многоярусных контейнеров на палубе судна используются талрепы, которые имеют специальную конструкцию, с помощью которой они заводятся в палубные и контейнерные угловые фитинги.

Библиографический список

1. Контейнерооборот в российских портах в 2023 году вырос на 15% до почти 5 млн TEU // Сетевое издание "Интерфакс.ру" URL: https://www.interfax.ru/business/943701 (дата обращения: 10.04.2024);
2. Размещение и закрепление контейнеров на борту // Транспортная компания «Loginof» URL: https://loginof.ru/news-info/razmeshchenie-i-zakreplenie-konteynerov-na-bortu/ (дата обращения: 20.04.2024).

УДК 629.124

КИСЕЛЕВ А.В., ШАГАЛОВ В.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ФОРМЫ КОРПУСА ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 18 МВт НА ХОДКОСТЬ В УСЛОВИЯХ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящие время, несомненно, актуален вопрос проектирования судов ледового класса и исследования их эксплуатационных и мореходных качеств.

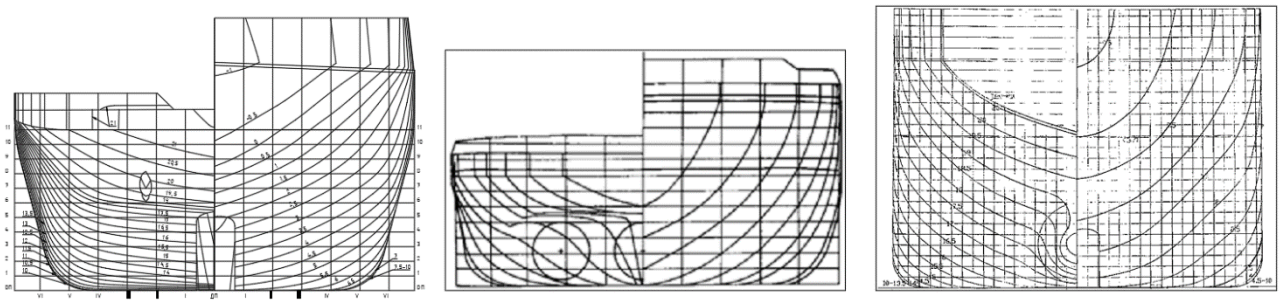
Целью данной работы являлось исследование формы корпуса на примере проектируемого ледокола мощностью 18 МВт в условиях Крайнего Севера.

В процессе исследования влияния формы корпуса были созданы три варианта поверхности различного исполнения при постоянных значениях: массового водоизмещения D; осадке по конструктивную ватерлинию T; расчетной ширины B. Длина по конструктивную ватерлинию корпуса принималась варьируемой величиной в зависимости от коэффициента общей полноты δ исследуемой модели. Наименования рассматриваемых моделей с соответствующими характеристиками приведены в табл. 1. Варианты судов с различной формой показаны на рис.1.

Таблица 1

Характеристики варьируемых поверхностей

Форма корпуса типа проекта	21900М	1105	Р-70046
D, т	18755		
T, м	9,43		
B, м	29,4		
$L = \frac{D}{\rho\delta BT}$, м	115,4	108,2	82,9



Проект 21900М Проект 1105 Проект Р-70046

Рис. 1. Варианты исполнения судовой поверхности

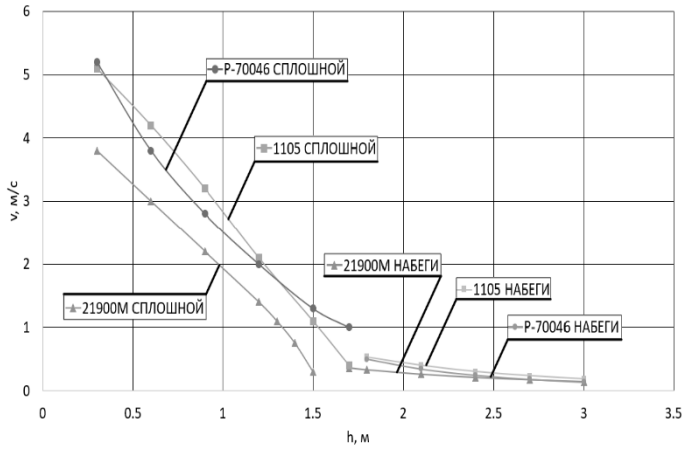


Рис. 2. Кривые ледопроходимости (движение в сплошном льду и набегами)

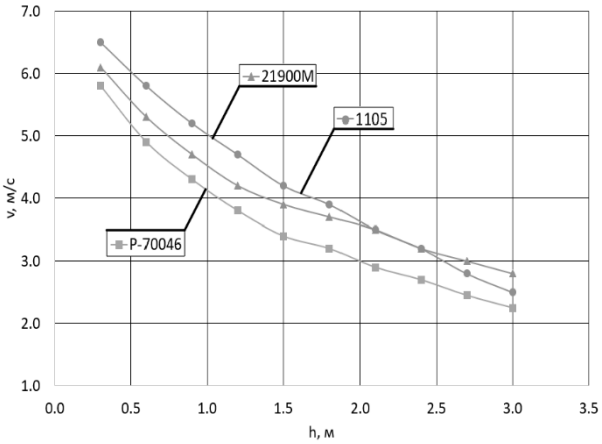


Рис. 3. Кривые ледопроходимости (движение в канале битого льда)

Для трех вариантов судов были выполнены расчеты ледовой ходкости в различных условиях эксплуатации: при движении в ровном сплошном льду непрерывным ходом, при движении в тяжелых ледовых условиях набегами и в канале битого льда. В результате расчета получены кривые ледопроходимости для различных режимов движения (рис. 2-3) [1, 2].

Из рис. 2, 3 можно сделать следующий вывод. Наилучшей ледопроходимостью при движении в сплошном льду непрерывным ходом является форма корпуса проекта 1105, а при движении набегами формы корпусов проектов 1105 и 21900М ведут себя одинаково. Следует заметить, что основным режимом движения является непрерывный ход, и оптимальная форма корпуса выбирается для этого режима.

Представленные результаты получены по проекту РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».

Библиографический список

1. Ионов Б.П., Грамузов Е.Н. Ледовая ходкость судов: Монография.– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.

2. Калинина Н.В. Прогнозирование ходкости ледокола проекта 21900 типа «Москва» в различных путевых условиях // Транспортные системы. №2(12), 2019. С. 38-50.

УДК 629.124

КОЧКИН М.Д.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЯ СУДНА В САПР SOLIDWORKS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Определение сопротивления движению судна играет ключевую роль в различных аспектах проектирования судна и его эксплуатации. Это важный параметр, определяющий необходимую мощность энергетической установки для поддержания движения судна с заданной скоростью. Однако аналитические методы исследования сопротивления представляют сложную задачу из-за множества факторов, а именно: вязкость жидкости, турбулентность потока и сложная форма корпуса судна, что может приводить к погрешностям в результатах расчетов.

Наиболее точным способом определения сопротивления являются эксперименты в гидродинамических лабораториях, включая опытовые бассейны и аэродинамические трубы с использованием моделей судов. Однако такие эксперименты требуют значительных затрат ресурсов и времени. Для преодоления этих трудностей эффективно применять методы вычислительной гидродинамики или численного моделирования, которые обеспечивают необходимую точность результатов при сравнительно низких затратах ресурсов [1].

В ходе выполнения выпускной квалификационной работы по проектированию грузового железнодорожного парома дедвейтом 5800 т было необходимо определить полное сопротивление движению судна для выбора оптимальных характеристик пропульсивной установки. Основные характеристики проектируемого парома: $L \times B \times T \times H$=120,9×24,0×6,5×16,6 м; D=14171 т; класс РМРС КМ ⍟ ARC5 AUT1-ICS OMBO ANTI-ICE ECO Ro-ro. Назначение судна: перевозка железнодорожных вагонов на главной и/или нижней палубах, всех видов автомобилей, включая грузовые автопоезда, различной колесной техники. Район эксплуатации судна – паромная переправа «Ванино-Холмск».

Данная работа посвящена численному расчету полного сопротивления движения парома. Для решения поставленной задачи в САПР SolidWorks (SW) [2] была разработана 3D-модель парома (рис. 1). Все необходимые расчеты выполнены в приложении SW *Flow Simulation*.



Рис. 1. Модель поверхности корпуса судна

В расчетной области моделируется обтекание неподвижного корпуса судна движущимся потоком воды и/или воздуха. В качестве глобальной цели была назначена сила, совпадающая с направлением движения потоков. Исследование производилось двумя способами:

1) расчет со свободной поверхностью – определение полного сопротивления воды и воздуха;

2) раздельный расчет сопротивления – для подводной части судна определение сопротивления воды и сопротивления воздуха для надводной части, с последующим суммированием.

В качестве примера на рис. 2 показано распределение скорости потока жидкости при движении судна со скорость 18 узлов.

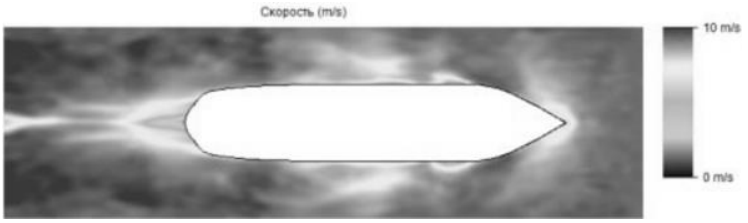


Рис. 2. Распределение скорости потока воды при движении судна

Сравнение полученных результатов численных расчетов с расчетами по приближенным методикам [3] показывает их удовлетворительную точность для решаемой задачи определения сопротивления движению судна и возможность использования при проектировании судна. Кроме того, в приложении SW *Flow Simulation* имеется возможность визуализации результатов расчетов, в том числе анимации процессов волнообразования, распределения давлений и др., что позволяет более детально исследовать происходящие процессы, связанные с движением судна.

Библиографический список

1. Войткунский, Я.И. Сопротивление движению судов: учебник / Я.И. Войткунский. 2-е изд., доп. и перераб. - Л.: Судостроение, 1988. – 288 с.
2. Князьков, В.В. SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 228 с.
3. Калинина, Н.В. Основы кораблестроения: учеб. пособие / Н. В. Калинина, В. А. Зуев, Е.М. Грамузов; Нижегород. гос. техн. ун-т. – Нижний Новгород, 2022. - 268 с.

УДК 629.124

МЕЛЕНТЬЕВА М.И.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 14 МВТ ПРИ ДВИЖЕНИИ В СЛОЖНОЙ ЛЕДОВОЙ ОБСТАНОВКЕ ПО СМП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Особенность географического положения России, характеризующегося значительной протяжённостью северных и восточных морских границ, вызвала необходимость развития и создания мощного отечественного ледокольного флота. Таким образом, ледокольный флот является актуальным для России в настоящее время. Проектирование дизельных ледоколов для эксплуатации и обеспечения круглогодичной навигации по Северному Морскому Пути и прогнозирование их ходкости в сложной ледовой обстановке являются актуальным.

Спроектирован ледокол со следующими характеристиками: полное водоизмещение - D = 14711 т, длина между перпендикулярами - $L_{пп}$ = 102 м, ширина по КВЛ - $B_{квл}$ = 27,8, осадка - T = 8,9 м. [1]

Произведены анализ ледовой ходкости судна и расчет ледового сопротивления в разных ледовых обстановках: в сплошных и битых льдах. При расчете учитывались такие

усложняющие движение факторы, как толщина снежного покрова в случае движения в сплошном льду и сплоченность битого льда в случае движения в битых льдах. В результате данных расчетов получили следующие результаты [2].

При движении в сплошном льду, где толщина снега составляет h_c = 0,4 м, спроектированный ледокол может проходить толщину льда до 1,1 м, что удовлетворяет техническому заданию.

При движении в битом льду, где сплоченность льда составляет S = 0,9, спроектированный ледокол может проходить толщину льда до 1,6 м, что так же удовлетворяет техническому заданию.

Произведен расчет движения набегами. Для данного ледокола в толщинах льда от 1,2 – 2 м оптимальной является длина разбега от 140 до 170 м. Продвигаться он будет во льду от 80 до 170 м [3].

Была проанализирована ледовая обстановка в зимний период навигации по данным Главсевморпути, исходя из которой были рассчитаны торосы на Карском море. Торосы проектируемое судно будет проходить набегами. Максимальная толщина тороса, которую может пройти данный ледокол, составила 3,3 м. Схема тороса представлена на рис.1.

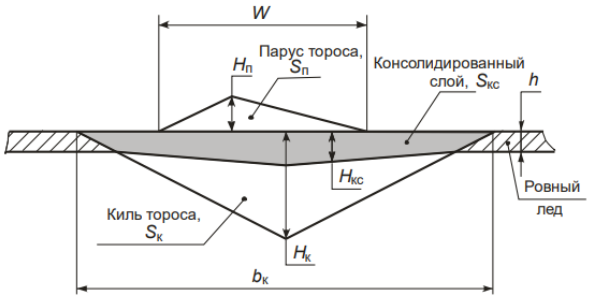


Рис. 1. Идеализированная схема тороса

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр Судоходства. – СПб, 2023.
2. Е.М. Грамузов, В.А. Зуев, Б.П. Ионов. Ледовая ходкость судов., Судостроение, 2001, 512 с.
3. Калинина Н.В. Прогнозирование ходкости ледокола проекта 21900 типа "Москва" в различных путевых условиях // Транспортные системы, 2019, № 2 (12), с.38-50.

УДК 629.124

МИШИНОВ М. А.

ВЫБОР И РАЗМЕЩЕНИЕ РЫБОПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ НА ТРАУЛЕРЕ-ПРОЦЕССОРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Анализ возрастной структуры Российского рыболовного флота показывает, что флот физически и морально устарел. Средний возраст флота составляет 32 года, эксплуатируется порядка 80% судов повышающий нормативный средний возраст эксплуатации рыболовного судна – 25 лет. Поэтому задача проектирования и создания промысловых судов является актуальной темой [1].

Промысловые судна отличаются от транспортных прежде всего наличием специального оборудования, предназначенного для добычи, приема на борт, транспортировки по судну и переработки улова, а также хранения готовой продукции при заданных температурных режимах [2].

Спроектированное в рамках ВКР судно класса КМ ✯ Ice3 AUT1 REF Fishing vessel с основными характеристиками: длина 55,7 м, ширина 12,07 м, осадка 5,23 м, высота борта 7,73 м, является траулером-процессором, т.е. имеет оборудование для добычи, переработки, и производства замороженной продукции в море непосредственно на борту судна. Рыбоперерабатывающее оборудование проектируемого судна включает в себя: измельчитель отходов, элеватор для подъема и опускания рыбопродукции, рыбомучную установку, холодильное оборудование, компрессорно-конденсаторные агрегаты трюмных холодильных машин [3]. Схема размещения оборудования приведена на рис. 1. Рыбоперерабатывающее устройство способно переработать около 20 т/сут. филе, и 40 т/сут. замороженной продукции. Судно удовлетворяет требованием правил, является остойчивым и непотопляемым.

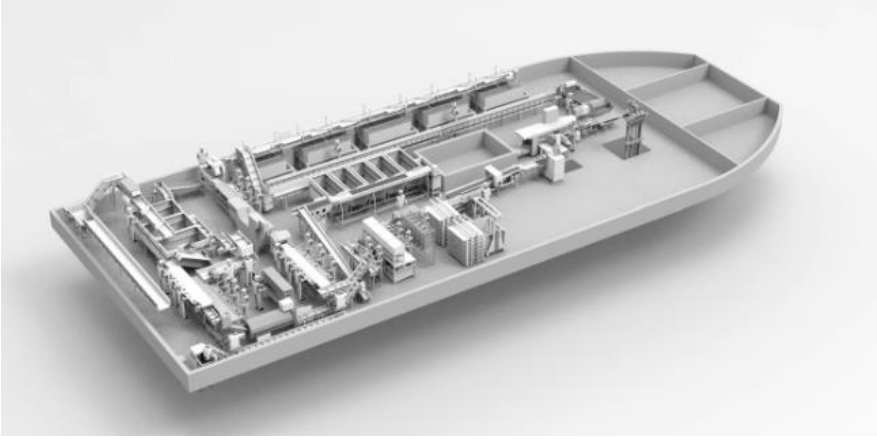


Рис. 1. Схема размещения рыбоперерабатывающего оборудования

Библиографический список

1. Информационно-аналитический журнал «Палуба». «Средний возраст российского промыслового флота, построенного за рубежом, достиг 31 года» / Санкт-Петербург 2023 г.
2. Бронский, А. И. Корпусные конструкции судов промыслового флота. / А. И. Бронский – Ленинград: Судостроение. - 1978. - 101с.
3. https://seafoodexporussia.com/files/presentations_reports/2023/businessprogram-materials/D1/Renovations_Fleet/Zubkov.pdf

УДК 629.124

НЕНАШКИНА П.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОГО ТРАУЛЕРА ДЕДВЕЙТОМ 200 Т КЛАССА КМ ✯ ICE3 R1 REF FISHING VESSEL ДЛЯ ВЕДЕНИЯ ПРОМЫСЛА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие рыболовства в качестве источника продовольственных ресурсов является одной из первостепенных задач, решаемых в настоящее время. Действующие промысловые

суда приближаются к предельным срокам использования или превысили их. На период до 2035 г. запущена масштабная госпрограмма, направленная на развитие отечественного рыболовецкого судостроения и получившая негласное название «квоты под киль» [1].

Траулеры относятся к основной группе добывающих судов морского и океанического рыболовства и образуют один из наиболее многочисленных отрядов судов самых разнообразных модификаций [2].

Данная работа посвящена оптимальному проектированию малого рыболовного траулера, предназначенного для промысла в Баренцевом море. Задача формулируется следующим образом: для заданного дедвейта судна определить главные размерения судна, разработать его форму корпуса и принципиальную компоновку основных отсеков судна, определить необходимое количество балласта, запасов топлива и воды и разместить их на судне. Полученные основные элементы судна должны быть оптимальными, при которых достигается наилучшее значение критерия экономической эффективности судна в рамках ограничений, определяемых требованиями к основным характеристикам судна и требованиями к плавучести, посадке, остойчивости и качке в основных эксплуатационных состояниях нагрузки судна.

Решение поставленной задачи выполнялось в несколько этапов. На первом этапе разработки проекта судна были определены водоизмещение судна при заданных значениях дедвейта, скорости хода, численности экипажа и автономности плавания по запасам топлива. Затем была решена задача внутреннего проектирования вариантным методом оптимизации. В качестве варьируемых переменных были приняты соотношения главных размерений и коэффициент общей полноты. В качестве целевой функции выступали приведенные затраты на постройку и эксплуатацию судна. Экономические расчеты включали в себя расчет трудовых и материальных затрат на постройку судна, расчет себестоимости и цены проектируемого судна, расчет эксплуатационных расходов за круговой рейс и расчет срока окупаемости. Рассмотрены требования к экологичности и безопасности судна на протяжении его жизненного цикла. В результате были получены главные оптимальные размерения судна, которые и были положены в основу проектирования судна.

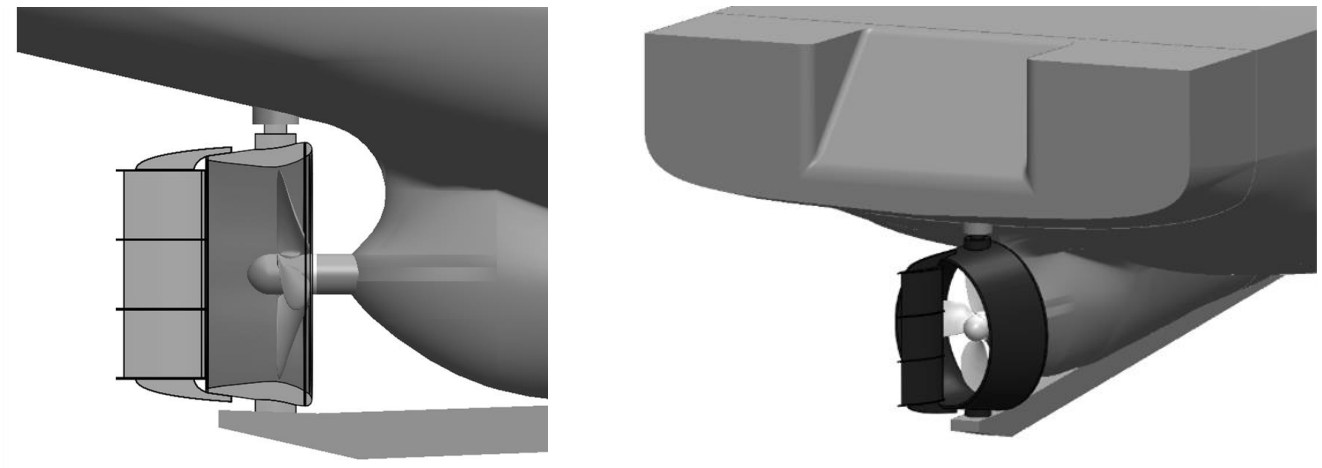


Рис.1. Модель ДРК проектируемого судна

Для решения целого ряда задач была выбрана САПР SolidWorks [3]. В программном комплексе SolidWorks на базе теоретического чертежа судна-прототипа была смоделирована поверхность корпуса проектируемого судна с учетом полученных ранее размерений судна. Модель поверхности корпуса судна позволила получить теоретический чертеж проектируемого судна. Все необходимые расчеты статики были выполнены с помощью пакета «Диалог – Статик».

Разработанная модель поверхности корпуса судна была использована также для разработки его конструкции. После определения размеров конструктивных элементов судна

была создана 3D-модель конструкции корпуса в средней части с последующем выполнением конструктивных чертежей.

Модель поверхности корпуса судна использовалась при решении размещения оборудования на судне. В качестве примера на рис. 1 показано размещение разработанной 3D-модели движительно-рулевого комплекса в кормовом подзоре судна.

Библиографический список

1. О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов (с изменениями на 29 декабря 2022 г.) (редакция, действующая с 30 марта 2023 г.) Федеральный закон от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ.
2. Раков, А.И. Оптимизация основных характеристик и элементов промысловых судов / А.И. Раков. – Л.: Судостроение, 1978. – 232 с.
3. Князьков, В.В. SolidWorks. Проектирование судов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2018. – 228 с.

УДК 629.124

ПАНАКУШИН.М.А., БЛИНОВ К.Д., ПАНЧЕНКО М.А., ВАСИЛЬЕВ К.С.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОТНОСТИ МОДЕЛЬНОГО ЛЬДА ВО ВРЕМЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Модельные испытания остаются по настоящее время актуальными, как наиболее эффективный инструмент обеспечения транспортной и хозяйственной деятельности, и являются неотъемлемой частью процесса проектирования. Суда ледового плавания в процессе эксплуатации встречаются с различными ледовыми условиями, следовательно, выбор модели ледяного покрова, удовлетворяющей условиям моделирования, остается важной задачей для экспериментальных исследований. Использование ледового опытового бассейна открытого типа кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ, который имеет гравитационную систему буксировки, позволяет проводить исследования с малой себестоимостью по сравнению с большими опытовыми бассейнами.

Проведена серия экспериментальных исследований ходкости ледоколов в различных ледовых условиях. Во время экспериментальных исследований использовались различные модели льда: в качестве модели битого льда – плитки полиэтилена; в качестве модели сплошного ледяного покрова – тонкий естественный лед и лед композитной структуры [1].

В процессе модельных испытаний важной задачей является определение физико-механических свойств модельного ледяного покрова. Необходимо в каждом опыте определять следующие характеристики: плотность, коэффициент трения, модуль упругости, толщину льда, энергетические затраты на разрушение.

Для этого была разработана методика по определению плотности модельного ледяного покрова как для тонкого естественного льда, так и для льда компостной конструкции. Для ее определения при проведении исследований в НГТУ использован способ притапливания образца льда, погруженного в сосуд с водой, стоящего на весах.

Плотность модельного льда $\rho_л$ рассчитывается по формуле

$$\rho_л = \rho \frac{P_2 - P_1}{P_3 - P_1},$$

где P_1 - вес емкости с водой без льда; P_2 - вес емкости с плавающим образцом льда; P_3 - вес емкости с притопленным образцом льда. Полученные характеристики в каждом опыте фиксируется в протоколе. Такой способ является наиболее приемлемым по сравнению со способом взвешивания в керосине.



Рис. 1. Подготовка образца льда



Рис. 2. Взвешивание образца льда с водой

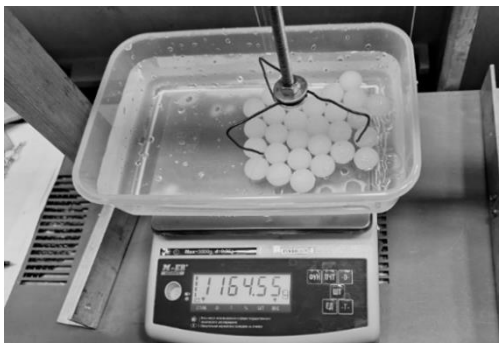


Рис. 3. Притапливание образца льда

Использование физико-механических характеристик, измеренных в каждом эксперименте, необходимо для настройки полуэмпирических моделей сопротивления моделей судов с целью дальнейшего прогнозирования ледовой ходкости на начальных этапах проектирования.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».

1.Грамузов Е.М., Калинина Н.В., Куркин А.А. Физическое моделирование сопротивления сплошного льда движению судов // Экологические системы и приборы № 12. 2022. С 82 – 89.

УДК 004.383.8

ПАНКРАТОВ Д.Н., КОШКИН М.А., РЯБЦОВ Е.А.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ПОИСКОВЫЙ ДРОН-АССИСТЕНТ

Муниципальное бюджетное общеобразовательное учреждение “Лицей” - МБОУ “Лицей”

Актуальность создания многофункционального дрона-ассистента сегодня крайне высока в связи с быстрым развитием технологий и возрастающей потребностью в эффективных и инновационных решениях. Многофункциональный дрон-ассистент имеет огромный потенциал для улучшения качества жизни людей и оптимизации работы в различных сферах общества.

Цель нашего проекта заключается в разработке инновационного устройства, способного предоставить широкий спектр функций и услуг для облегчения повседневной жизни людей и способного действовать либо автономно, либо под управлением оператора. Мы стремимся создать дрон, который сможет помогать в различных областях – от слежения за обстановкой и оказания помощи в чрезвычайных ситуациях до выполнения деликатных задач в сфере технического обслуживания и инфраструктуры.

Концепция многофункционального дрона-ассистента может быть разработана с учетом современного состояния технологий и практических потребностей. Определим основные параметры, функциональные возможности и области применения такого дрона-ассистента:

Рассмотрим перспективы развития дронов и их применения.

1. **Применение в коммерческих целях**

- Доставка товаров: дроны становятся все более популярными для доставки товаров, особенно в отдаленные районы или места с плохо развитой инфраструктурой.
- Сельское хозяйство: дроны могут использоваться для мониторинга урожаев, обнаружения болезней растений и оптимизации использования удобрений.

2. **Применение в общественной безопасности**
   - Поиск и спасение: дроны с термальной камерой могут быть использованы для поиска людей в труднодоступных местах или при ЧП.
   - Мониторинг: дроны могут помочь в мониторинге крупных мероприятий, общественных мест и дорог для обеспечения безопасности.
3. **Применение в научных исследованиях**
   - Дроны могут использоваться для изучения окружающей среды, мониторинга изменений климата, а также для изучения диких животных без их беспокойства.
   - В геологических исследованиях: дроны могут помочь в обследовании труднодоступных мест и выявлении рудных месторождений.
4. **Развитие автономных систем**
   - Улучшение систем навигации и искусственного интеллекта позволит создать более автономные дроны, способные принимать решения на основе собранных данных.
   - Использование технологий машинного обучения для обучения дронов выполнению сложных задач и принятию самостоятельных решений.

Выводы после проведения работ над испытанием прототипа дрона-ассистента можно сформулировать следующим образом: прототип демонстрирует удовлетворительную маневренность и стабильность, способен эффективно выполнять маневры и перемещаться в различных направлениях. Также в будущем мы планируем создать дронопорт, который позволит расширить функциональные возможности дрона, а также будет защищать его от неблагоприятных погодных условий

УДК 629.124

ПАНЧЕНКО.М.А., БЛИНОВ К.Д., ПАНАКУШИН.М.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДКОСТИ МОДЕЛИ ЛЕДОКОЛА ПРОЕКТА 21900 В ОПЫТОВОМ БАССЕЙНЕ НГТУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Борьба за ресурсы арктического шельфа с каждым годом возрастает, особенно в условиях обострившейся международной конкуренции, что сказалось на развитии ледокольной промышленности как наиболее эффективного инструмента обеспечения транспортной и хозяйственной деятельности. Поддержание круглогодичного судоходства по Северному морскому пути невозможно без создания и модернизации ледокольных судов.

На кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ в опытовом бассейне открытого типа проводилось экспериментальное исследование ходкости модели ледокола проекта 21900 в масштабе 1:75.

Одним из путей проведения испытаний ледоколов во льдах является использование в качестве модели льда естественный лед, намораживаемый в бассейне при отрицательных температурах воздуха. Естественный лед имеет при моделировании повышенную прочность по сравнению со строгой теорией моделирования. Для использования естественного льда в модельном эксперименте необходимо компенсировать повышенную прочность льда меньшей толщиной, чем требуется (моделируется разрушение ледяного покрова). Многолетний опыт работы кафедры в ледовом бассейне НГТУ показал возможность такого подхода [2].

Испытания модели ледокола пр.21900 в опытовом ледовом бассейне НГТУ приведены на рис.1. На рис. 2 показана диаграмма ледопроходимости, полученная при пересчете на натуру из модельного эксперимента и данные натурных испытаний ледокола пр. 21900 «Санкт-Петербруг».



Рис. 1. Испытания модели ледокола пр.21900 в опытовом ледовом бассейне НГТУ

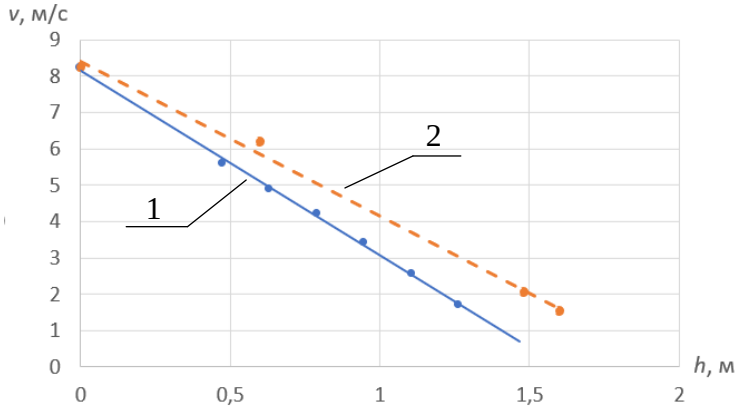


Рис. 2. Диаграммы ледопроходимости
1 –экспериментальные даные; 2 – натурные данные

Исследования выполнены в рамках проекта проекту РНФ № 22-19-00376 «Экспериментально-теоретическое исследование полуэмпирических моделей взаимодействия судов со льдом».

Библиографический список

1. Зуев В.А., Беляков В.Б., Грамузов Е.М. Способ испытания моделей судов ледового плавания / А.с. № 1071515 от 07.02.84. Опубл. 07.02.84, Бюл. № 5.
2. Ионов Б.П., Грамузов Е.Н. Ледовая ходкость судов: Монография.– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.

УДК 629.124

ПОТАПОВА Н.С.

МОРСКОЙ БУКСИР МОЩНОСТЬЮ 4000 кВт ДЛЯ АРКТИЧЕСКИХ МОРЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Несмотря на прогресс в области судостроения, в мировой морской промышленности по-прежнему остаются востребованными буксиры. В сравнении с исполинскими лайнерами они имеют скромные размеры, но даже маневренным современным судам не обойтись без их помощи в акваториях, включающих все виды водных путей.

Буксир представляет собой самоходное судно для кантовки и буксирования несамоходных судов, плавучих конструкций и судов, которые потеряли способность самостоятельно передвигаться ввиду возникших неисправностей.

Основное предназначение буксира:

- толкание перед собою несамоходных барж, гружённых грузом;
- доставка на место работы судов специального назначения;
- буксировка вышедших из строя, но оставшихся на плаву судов;
- осуществления маневрирования крупных судов в акватории порта.

Главной характеристикой буксировочного судна является его тяга, в отличие от остальных судов, где больше ценится скорость. Тяга буксира – это максимально допустимая сила, которую он может приложить к транспортируемому объекту. Буксирным устройством называется комплекс изделий и механизмов, обеспечивающий судну возможность буксировать другие суда или идти на буксире самому. Буксировочные суда отличаются от других большей маневренностью, повышенной прочностью, мощностью, остойчивостью, а также наличием приспособлений для толкания и буксирования. Проектирование таких судов явля-

ется актуальным.

Спроектирован морской буксир мощностью 4000 кВт класса КМ⍟ Arc4 [1] AUT1 для эксплуатации в Японском, Охотском и арктических морях, получены основные размерения: полное водоизмещение 2445 т., $L \times B \times T \times H$ = 64,7 × 14,6 × 4,6 ×7,2м (рис.1).

Подобрано буксирное устройство. Буксирное устройство позволяет осуществлять перестановку и швартовку самоходных судов по вводу их в порт и выводу из него, перемещение несамоходных плавучих сооружений. Согласно характеристике снабжения выбраны изделия буксирного устройства. Выбрано 5 простых кнехтов исполнения IIД массой 90 кг каждый для окружности каната 115 мм.; 2 буксирных клюза; 1 буксирная лебедка – автоматическая, ЛЭ-38 (с верхним канато-укладчиком); 2 буксирных гака с устройством быстрый отдачи и амортизатором типа GSH-65, тяговое усилие 160 кН; 2 буксирных арки.

Для выполнения грузовых работ, в частности для обеспечения швартовных операций в море, предусмотрена установка крана грузоподъемностью около 5 тонн. Вылет стрелы обеспечивает выполнение грузовых работ с любого борта.

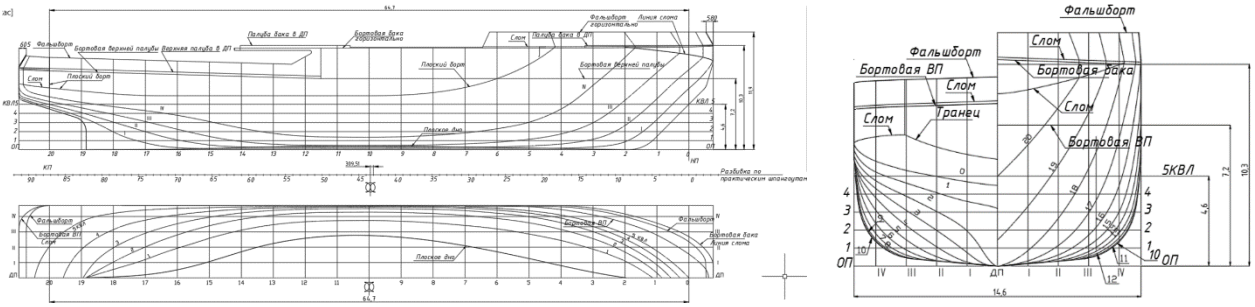


Рис.1. Теоретический чертеж буксира

Библиографический список

1. Шмаков М.Г. Буксирные устройства судов. Л.: «Судостроение», 1966. 255 с.
2. Справочник по судовым устройствам // А. Н. Гурович, Б. Н. Лозгачев, Д. А. Гринберг. В 2-х т. Т. 2. Л.: «Судостроение», 1975. 323 с.

УДК 629.5.018.71

РУМЯНЦЕВ Н.Е., ГЛАДЫШЕВ Н.С., КОРОВИН В.В., КИСЕЛЕВ А.В., СОЗИНОВ Д.Ю.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ЭКРАНОПЛАНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Экранопланостроение является молодой отраслью, у неё нет наработанной теоретической базы, с помощью которой можно от начала до конца спроектировать аппарат без обращения к модельным испытаниям. В данной отрасли имеется множество теоретических пробелов.

С целью уточнения и подтверждения теоретических результатов приходится прибегать к различным видам модельных испытаний с различными типами моделей. Существует три типа моделей: связанные, свободнолетающие, стенды. Со связанными моделями проводят следующие виды испытаний: испытания в аэродинамических трубах, в гидробассейне, кордовые, буксировочные на открытой воде. Со свободнолетающими моделями производят катапультные и строят радиоуправляемые модели со своей силовой установкой (длина разбега, скорость полёта и т.п.). Со стендовыми моделями проводят стендовые испытания (напри-

мер, остойчивость и дифферент) [1]. Все перечисленные испытания используются и в экранопланостроении, но с некоторыми особенностями. Стоит отметить актуальный тип испытаний – испытания в *CAD*/*CAE* – системах (визуализация аэрогидродинамики, численная оценка различных сил и давлений, которые действуют на аппарат и т.п.). У каждого типа испытаний своя точность, своя стоимость, свои нюансы, своя длительность. В условиях ограниченных ресурсов стоит аккуратно строить программу модельных испытаний.

В рамках учебного процесса были проведены статические и динамические испытания (рис. 2). Были получены характеристики воздушной подушки, коэффициенты подъёмной силы экраноплана, оптимальная центровка, скорость отрыва, максимальная скорость, дистанция разбега, время необходимо для отрыва, манёвренные характеристики, полётные характеристики и т.д. Часть результатов модельного эксперимента приведена на рис. 3.



Рис.1. Буксировка модели за катером на штанге



Рис.2. Исследуемая свободнолетающая модель экраноплана

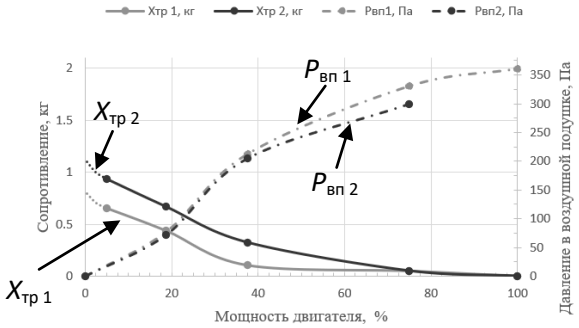


Рис.3. Часть результатов модельных испытаний свободнолетающей модели

---

1. Г.Ф. Демешко Проектирование судов. Амфибийные суда на воздушной подушке в 2-х книгах. - 1-е изд. - Санкт-Петербург: «СУДОСТРОЕНИЕ», 1992. - 269 с.

УДК 629.124

ТАРАКАНОВ М.Ю.

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ КРУИЗНОГО ТЕПЛОХОДА КЛАССА КМ ✠ ICE1(HULL, MACHINERY) R3 AUT1 PASSENGER SHIP

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Важную роль в проектировании и постройке пассажирского судна играет экология. Для каждого судна рассчитываются свои нормы по выбросам, складированию мусора и сбросом отходов в воду. Для того, что бы судно могло эксплуатироваться во внутренних водах РФ проектируемое судно должно отвечать всем поставленным требованиям. На судне

должен регулярно проходить осмотр, на наличие несоблюдения правил экологии закрытия понтонного типа.

Главные размерения пассажирского круизного теплохода были подобраны из условий, чтобы судно могло проходить под мостами и помещаться в шлюзовые камеры на пути эксплуатации. Так же потребовалось для прохода под мостами в московской области увеличить осадку судна. Размерения составили: $L \times B \times T/T(под\ мостом) \times H$ =126,2 ×13,8×2,9/3,3×6,05 м. Определено расчетное водоизмещение 4166 т; полное водоизмещение для прохода под мостом 4689 т.

Был выполнен расчет сброса балластных вод и система их управления.

Выбрано оборудование для опреснения воды. Судовые водоопреснительные установки (СОУ) предназначены для получения опресненной воды из забортной. Опресненная вода, полученная в СОУ, применяется для технических целей и бытовых нужд.

Была разработана система сточных и хозяйственно-бытовых вод, а также система их обеззараживания. Для обработки сточных вод используется окисление органического материала и уничтожение микроорганизмов.

В рамках выпускной квалификационной работы был сделан расчет интенсивности сбора в соответствии с Резолюцией МЕРС.157(55).

Условия труда в рабочих зонах машинных отделений (ГМО и ВМО) в значительной мере зависят от воздействия интенсивного теплового излучения и высоких температур. Были разработаны мероприятия по защите судового экипажа от воздействия инфракрасного излучения.

Для предотвращения загрязнения атмосферы для судна был рассчитан «Коэффициент энергоэффективности», подобраны катализаторы и датчики NOx.

Так как проектируемое судно валовой вместимостью более 400, то с учетом типа его силовой установки и продолжительности рейса, требуется оборудовать проект танком или танками достаточной вместимости для сбора нефтяных остатков (нефтесодержащих осадков) и установить шламовый насос. Был составлен перечень отступлений от Санитарных правил. Спроектирована схема утилизации мусора на судне.

Расчёты показали, что для хранения мусора на всю автономность до передачи его на береговые приёмные сооружения, необходимо предусмотреть контейнеры, инсинератор, пресс, измельчитель.

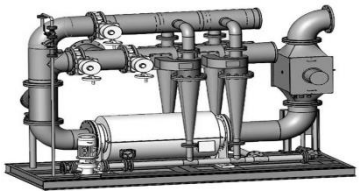


Рис. 1. Система управления балластными водами BSKY250

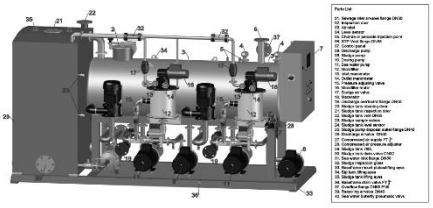


Рис. 2. Установка для обработки сточных вод KRONSTADT TEC55



Рис. 3. Инсинератор «Микрон – Марин»

УДК 532.5:620.124

ТЕРЕШИН Д.Д.

НЕЛИНЕЙНАЯ ЗАДАЧА ОБТЕКАНИЯ ТОНКОГО ПРОФИЛЯ ВБЛИЗИ ЭКРАНА

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

В контексте современной авиационной инженерии, вопросы аэродинамики остаются одними из ключевых вопросов, особенно когда речь заходит о разработке экранопланов и гидросамолетов. Проблема взаимодействия профилей с экранами приобретает особую важ-

ность, поскольку воздушные суда находятся в непосредственной близости от поверхности. Целью данного исследования является разработка эффективного алгоритма расчета нелинейных аэродинамических характеристик тонких профилей при движении вблизи экранов.

В исследовании применяется метод, разработанный Р. Ю. Шлаустасом, который позволяет анализировать движение аэродинамических профилей в условиях небольших расстояний от экранов. Основная идея заключается в упрощении интегрального уравнения задачи после асимптотической оценки порядков, составляющих ядра. Упрощение интегрального уравнения задачи после асимптотической оценки порядков, составляющих ядра и представление решения уравнения как суммы решения линейной задачи и нелинейной добавки позволило получить эффективный алгоритм расчёта нелинейных аэродинамических характеристик тонких профилей. Были получены и реализованы приближенные формулы для расчета коэффициента подъемной силы и центра давлений для плоского и параболического профиля. Полученные результаты согласуются с известными численными и экспериментальными данными, что подтверждает корректность разработанного метода.

Результаты исследования представляют собой важный шаг в развитии методов аэродинамического анализа в условиях близкого взаимодействия с экранами. Исследование открывает новые перспективы для дальнейшего развития авиационной инженерии и создания более эффективных воздушных судов.

Библиографический список

1. Шлаустас Р.Ю. Некоторые вопросы квадрупольной теории крыла // Асимптотические методы в теории систем. – Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1978. – Вып. 11. - С. 104-117.
2. Шлаустас Р.Ю. Второе приближение квадрупольной теории крыла в теории несущей поверхности // Методы возмущений в механике. – Новосибирск: Наука. Сиб. отдние, 1982. - С. 56-69.
3. Орлов Ю.Ф. Собственные решения в пространственных задачах гидроаэродинамики идеальной жидкости // Асимптотические методы в теории систем. – Иркутск: Изд-во Иркутск. ун-та, 1976. – Вып. 9. - С. 32-58.

УДК 629.124

ШАГАЛОВ В.С., КИСЕЛЕВ А.В.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 9 МВТ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ПО СЕВЕРНОМУ МОРСКОМУ ПУТИ

Нижегородский государственный технический университет Р.Е. Алексеева

Северной морской путь является важнейшей частью инфраструктуры экономического комплекса Крайнего Севера и связующим звеном между Дальним Востоком и западными районами страны. Решение задач освоения Арктических районов РФ не представляется возможным без ледокольного флота. Актуальность ледоколов для РФ обусловила повышенное внимание в нашей науке к вопросам проектирования ледоколов. Стоит отметить, что ледоколы имеют для нашей страны и оборонные значение. В связи с этим проектирование ледоколов, и, соответственно, прогнозирование ледовой ходкости на ранних этапах является актуальным.

Спрогнозирована ходкость ледокола мощностью 9 МВт класса КМ⍟ Icebreaker6 [1] AUT1, предназначенного для патрулирования территорий Арктической зоны, прокладка пути во льдах для кораблей не ледового класса, транспортировка грузов и осуществления бук-

сировки других кораблей по Северному морскому пути. Основные характеристики ледокола: длина 89,1 м; ширина 24,3 м; осадка 7,5 м; высота борта 11,4 м; водоизмещение 9804 т.

Для прогнозирования ледовой ходкости были использованы расчетные полуэмпирические модели сопротивления Б.П. Ионова и Е.М. Грамузова [1]. Проведен модельный эксперимент в открытом опытовом ледовом бассейне кафедры «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева [2]. Для этого была использована модель ледокола в масштабе 1:78 и результаты экспериментального исследования пересчитаны на натуру. В качестве модели ледяного покрова был использован тонкий лед естественной наморозки толщиной от 1 до 3,5 мм.

В результате проведенного исследования были построены кривые сопротивления в зависимости от скорости. На них нанесена кривая тяги и получены кривые ледопроходимости при движении в ровном сплошном ледяном покрове, приведенные на рис. 1, из которого видно, что метод Б.П. Ионова и метод Е.М. Грамузова дают близкий результат к модельным испытаниям, начиная с толщины ледяного покрова 0,6 м.

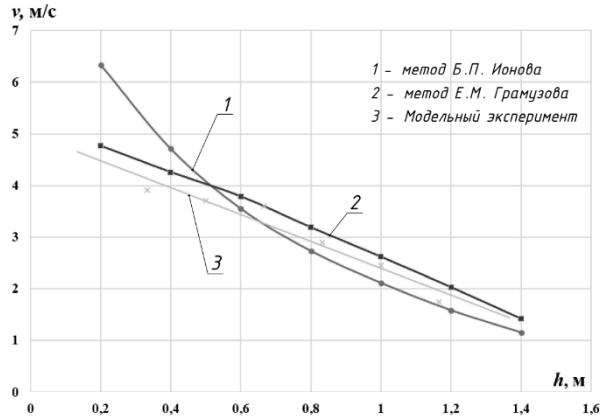


Рис. 1. Кривые ледопроходимости различными методами

Таким образом, предельная ледопроходимость спроектированного ледокола составляет 1,4 м при скорости 1,2 м/с. Приведенные полуэмпирические методики и модельные экспериментальные исследования рекомендуется использовать для прогнозирования ходкости судов ледового плавания на ранних этапах проектирования.

Библиографический список

1. Ионов Б.П., Грамузов Е.М. Ледовая ходкость судов: Монография. – СПб.: Судостроение, 2001. – 512 с.
2. Калинина Н.В. Экспериментально-теоретические исследования ледовой ходкости судов// «Neftegaz.RU», №11, 2022

УДК 629.124

ХАЛИЛОВ А.С.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМЫ КОРПУСА МОРСКИХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ БУКСИРНЫХ СУДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обновление аварийно-спасательного флота в целях повышения безопасности мореплавания, а также строительство и модернизация поисково-спасательных судов для морских аварийно-спасательных служб и аварийно-спасательных формирований федеральных органов исполнительной власти являются приоритетными направлениями развития морского транспорта и системы поисково-спасательного обеспечения морской деятельности, определенные Морской доктриной РФ [1].

Основными задачами АСС на море являются: поиск и спасение людей, терпящих бедствие на воде; эвакуация людей с аварийных объектов и оказание им медицинской помощи; оказание помощи, терпящим бедствие судам, и другим аварийным объектам; подъем и удаление затонувших судов и объектов, представляющих навигационную опасность и угрозу

загрязнения водной среды; ликвидация аварийных разливов нефти нефтепродуктов ; несение аварийно-спасательного дежурства; выполнение водолазных, подводно-технических работ и др.

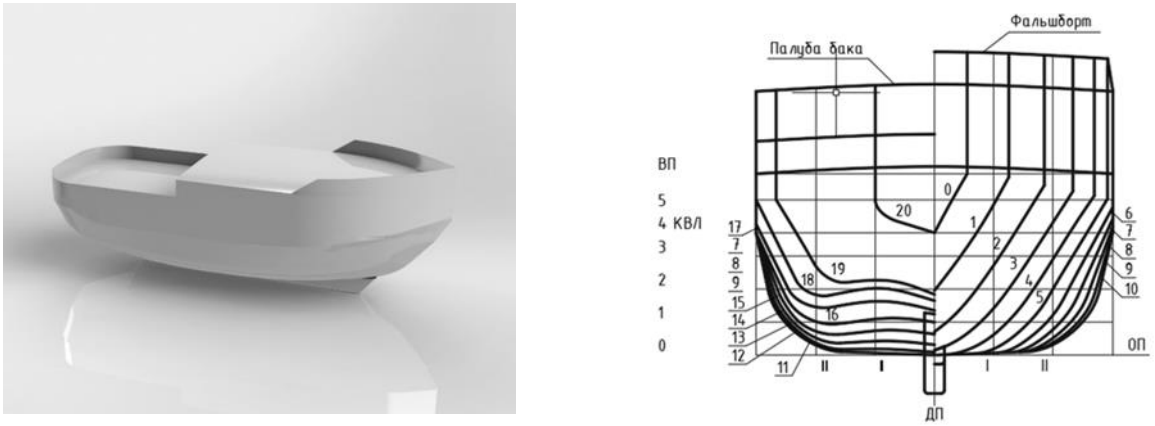
Для решения всех этих задач, а также обеспечение безопасности морской деятельности при освоении континентального шельфа Арктической зоны Российской Федерации необходимы аварийно-спасательные буксирные суда, что подтверждает актуальность их проектирования [1,2].

Выполненный анализ проектов современных аварийно-спасательных буксирных судов, позволяет выделить следующие особенности формы корпуса. Для них характерны: полуледокольный нос; крейсерская или транцевая корма, V-образные шпангоуты в носовой части судна, санеобразные или ложкообразные шпангоуты в кормовой части судна; небольшой коэффициент общей полноты $\delta = 0{,}60 \ldots 0{,}65$. При двухвальной схеме энергетической установки возможна установка выкружек под винто-рулевые колонки (ВРК). Открытая часть кормового участка палубы, как правило, используется для размещения контейнеров. Буксиры обычно имеют удлиненный бак с двухъярусной надстройкой. Наличие киля в ДП способствует улучшению маневренности и устойчивости судна на курсе.

В рамках магистерской Выпускной квалификационной работы (ВКР) спроектировано многофункциональное аварийно-спасательное буксирное судно мощностью 3000 кВт класса РМРС КМ ⊛ Arc4 [1] R2AUT1 Salvage ship, предназначенное для аварийно-спасательного дежурства в районах судоходства, рыбного и нефтегазового промыслов в Баренцевом море. Автономность плавания составляет 8 суток, а численность экипажа – 8 человек. Основные характеристики проектируемого судна: $L_{КВЛ}$ =29,59 м.; $B_{КВЛ}$ =10,85 м.; $T_{КВЛ}$ = 3,71 м.; $H_{ВП}$=5,55 м.; δ=0,600; α=0,835; β=0,883. При работе над данным проектом учтены все основные особенности судов данного типа.

После определения водоизмещения и главных размерений судна была разработана модель теоретической поверхности корпуса. Моделирование формы корпуса с помощью программного комплекса SolidWorks происходило в несколько этапов. На первом этапе была выбрана форма основных кривых теоретического чертежа с учетом рекомендаций [3] и построена каркасная модель судна с использованием строевой по шпангоутам. В результате была получена судовая поверхность проектируемого судна (рис.1) [4], удовлетворяющая, в том числе, и требованиям Правил [5]. На базе построенной модели теоретической поверхности получен теоретический чертеж. Шпангоутные сечения корпуса проектируемого судна показаны на рис. 1.

Разработанная модель теоретической поверхности корпуса судна позволяет разработать общее расположение судна, разместить ДРК в кормовом подзоре, выполнить необходимые проектные расчеты [6].



а *б*

Рис.1. Результат моделирования поверхности:

а – модель поверхности буксирного судна; б – проекция Корпус

Таким образом, полученные результаты на данном этапе проектирования показывают

эффективность применения программного комплекса SolidWorks при решении задач проектирования судна.

Библиографический список

1. Морская доктрина Российской Федерации. Указ президента РФ от 31 июля 2022 г. № 512 [Электронный ресурс]. URL: https://ivo.garant.ru/#/document/405077499/ (дата обращения: 17.04.2024)
2. Никитин В.С. О классификации спасательных судов [Текст] / В.С. Никитин, В.Н. Илюхин // Судостроение. – 2023. – №3. – с. 11 – 17.
3. Богданов Б.В. Буксирные суда / Б.В. Богданов, А.В. Слуцкий, М.Г. Шмаков, [и др.] – Л: Судостроение, 1974 – 276 с.
4. Князьков В.В. Определение основных элементов водоизмещающих судов: учеб. пособие; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева – Нижний Новгород, 2023 – 168 с.
5. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов, 2023.
6. Князьков В.В.SolidWorks Проектирование судов: учеб. пособие; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева – Нижний Новгород, 2018 – 228 с.

Подсекция 5.2

Энергетические установки

УДК 532.71

ГОРБУНОВ А.И., ЕГОРОВА Е.С., ИЛИКАЕВ И.С., САТАЕВ А.А.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ РАСЧЕТНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОЦЕССОВ ФИЛЬТРАЦИИ В ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОЙ МЕМБРАНЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,

Фильтр обратного осмоса – это технология очистки воды, с помощью которой жидкость под давлением, проходя через мембрану, задерживает соли, примеси и другие загрязняющие вещества. Такие фильтры являются одними из самых эффективных способов подготовки воды в бытовых и промышленных условиях.

На сегодняшний день все проанализированные алгоритмы работы обратноосмотического фильтра, а именно процессы разделения растворов и газов, построены на модели идеального вытеснения. Это сильно упрощает расчет физических параметров мембраны: селективность, удельную производительность, средний размер пор, зависимость гидравлического сопротивления от давления и температуры, длительность эксплуатации различных мембран.

Рабочее давление над обратноосмотическими мембранами достигает высоких показателей и требует установки специальных насосов высокого давления.

Постановка задачи расчетного моделирования процессов фильтрации заключается в первую очередь в решении системы уравнений [1]:

$$\begin{cases} G = (G + \dfrac{dG}{dz}dz) + G_M b dz; \\ G \cdot x = (G + \dfrac{dG}{dz}dz)(x + \dfrac{dx}{dz}dz) + G_M x(1-\varphi) b dz; \\ G_ф x_ф + G_M b(1-\varphi) x dz = (G_ф + \dfrac{dG_ф}{dz}dz)(x_ф + \dfrac{dx_ф}{dz}dz). \end{cases}$$

Для решения системы уравнений необходимо учитывать граничные условия: z = 0, $G = G_н$. Тогда $G = G_н - G_м bz$, $(G_н - G_м bz)\frac{dx}{dz} - G_м b\,\varphi x = 0$.

Введя безразмерную величину $z = \frac{z}{l}$, где l – длина мембраны, после алгебраических преобразований, получим: $\left(1 - \left(\frac{G_{фк}}{G_н}\right) z\right)\frac{dx}{dz} - \left(\frac{G_{фк}}{G_н}\right)\varphi x = 0$, где $G_{фк}=G_м bl$, $G_н = G_к - G_{фк}$.

Из полученных уравнений можно получить зависимость концентрации молекул ионов в растворе над мембранной, рассчитать необходимую поверхность мембраны при идеальном вытеснении концентрированного раствора и ее производительность.

Недостатком известных типовых алгоритмов расчета обратноосмотического процесса и размеров аппарата, является неучет реальной структуры потока, связанной с турбулизацией, диффузией и непостоянством профиля скорости по сечению трубки, капилляра или плоского канала рулона.

Создание избыточного давления над мембранной (движущей силы) также является проблемой при постановке задачи. Решение этой проблемы возможно при создании алгоритмов для мембранных процессов в центробежном поле [2].

Библиографический список

1. Кыонг Доан Минь Автоматизация проектирования мембранных аппаратов для процессов ультрафильтрации и обратного осмоса с учетом структуры потока очищаемого раствора / Кыонг Доан Минь // Системы автоматизации проектирования – 2020. – С. 166.
2. Каграманов, Г. Г. Особенности технологии обратного осмоса для опреснения поверхностных вод / Г. Г. Каграманов, А. В. Лойко // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. – 2012. – № 5(53). – С. 36-42. – EDN PCVBMN.

УДК 532.71

ИЛИКАЕВ И.С., ГОРБУНОВ А.И., ЕГОРОВА Е.С., САТАЕВ А.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ОБРАТНООСМОТИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА МЕТОДАМИ ТЕОРИИ ПОДОБИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,

Обратноосмотический фильтр — это фильтр со специальной мембраной, с помощью которой происходит процесс разделения, движущей силой которого является перепад давления. Поток воды через мембрану описывается следующим уравнением [1]:

$$j = K_1(\Delta P - \Delta\pi) = K_1 \Delta P_{эф},$$

где j — поток воды через единицу площади мембраны; K_1 — коэффициент проницаемости воды для мембраны; $\Delta P_{эф} = (\Delta P - \Delta\pi)$ — эффективная разность давлений между напорным каналом и каналом фильтрата; ΔP — разность давлений в напорном канале и канале фильтрата; $\Delta\pi$ — разность осмотических давлений исходного раствора в напорном канале и фильтрата (пермеата). Коэффициент пропорциональности K_1 аналогичен используемому в уравнении Хагена – Пуазейля, зависит от свойств мембраны и обратно пропорционален вязкости жидкости.

Поперечный поток отбираемого компонента через мембрану из напорного канала мембранного аппарата, вызванный перепадом давления, вносит в пограничный слой количество водяной смеси $j_U^{\triangle P эф} W_{2\infty}$. При установившемся процессе такое же количество водяной смеси должно отводиться от поверхности мембраны за счет диффузии:

$$j_U^{\triangle P эф} W_{2\infty} = j_{2диф},$$

где $j_U^{\triangle P эф}$ — поперечный поток отбираемой компоненты в напорном канале мембранного аппарата за счет перепада давления $\Delta P_{эф}$; $j_{2диф}$ — диффузионный молекулярно-конвективный растворенного вещества от поверхности мембраны в канале исходного раствора; $W_{2\infty}$ — относительная массовая концентрация растворенного вещества (пассивного компонента) в ядре потока исходного раствора.

Из-за нехватки данных для расчета, возникают трудности при определении коэффициента массоотдачи. Многие авторы рассматривали влияние поперечного на коэффициент массоотдачи β. В случае обратного осмоса при расчете β целесообразно использовать теорию подобия.

Уравнение подобия для массоотдачи записывается в следующем виде [1]:

$$Nu_D^* = Nu_D W_{2гр} = \frac{\beta d_э}{D} W_{2гр} = Nu_{D0} f_1(B) f_2\left(\frac{\rho_\infty}{\rho_{гр}}\right) f_3(Le),$$

где $Nu_D = \frac{\beta d_э}{D}$ — диффузионное число Нуссельта (число Шервуда Sh), построенное по общему потоку массы; Nu_{D0} — диффузионное число Нуссельта при очень малом потоке массы растворенного компонента ($j \to 0$, $B \to 1$); $W_{2гр}$ — относительная массовая концентрация пассивного компонента (в нашем случае — водяная смесь) у границы

мембраны; Le — $\frac{Pr_D}{Pr}$ — число Льюиса; $d_э$ — эквивалентный диаметр канала; D — коэффициент диффузии растворенного вещества; ρ_∞ , $\rho_{гр}$ — плотности разделяемого раствора в ядре потока и на границе раздела фаз.

Оценка влияния значительного отличия чисел Pr и Pr_D и большой величины Le являются задачей дальнейших исследований.

Библиографический список

1. Бобе, Л. С. Анализ и расчет процесса низконапорного обратного осмоса при регенерации санитарно-гигиенической воды / Л. С. Бобе, Н. А. Сальников // Космическая техника и технологии. – 2019. – № 2(25). – С. 28-36.
2. Piekutin J., Kotowaska U. Model of Hydraulic Resistance When Forecasting Reverse Osmosis in Water Treatmen / Piekutin J., Kotowaska U. // Membranes. – 2021.

УДК 621.432

КНЯЗЕВ А.С., ЛОГИНОВА М.В., КРЮЧКОВ А.Э.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМЫ ИМПУЛЬСНОГО НАДДУВА НА СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наддув является эффективным средством повышения мощности комбинированных двигателей внутреннего сгорания (ДВС). Наиболее перспективным способом наддува является газотурбинный наддув с приводом компрессора от газовой турбины, использующей энергию отработавших газов комбинированного ДВС.

Полную располагаемую энергию выпускных газов можно разделить на E_1 и E_2. Составляющая E_1 носит импульсный характер и представляет собой энергию газов в виде импульсов изменения давления, температуры и скорости газа, возникающих в выпускной системе, перед турбиной [1]. Составляющая E_2 имеет постоянный характер и представляет собой энергию, характеризующуюся относительным постоянством давления, температуры и скорости газов перед турбиной в течении всего периода. Поэтому турбину, работающую при переменном давлении, называют импульсной, а способ наддува – импульсным. Работающий при постоянном давлении наддув называют изобарным.

На рис. 1 представлена схема газотурбинного наддува. При изобарном наддуве продукты сгорания из всех цилиндров направляются в один общий выпускной коллектор, а затем поступают в одну или две турбины. При импульсной системе наддува для обеспечения продувки цилиндра и предотвращения наложения импульсов отдельных цилиндров друг на друга систему выпуска разделяют на несколько самостоятельных трубопроводов, подводящих газ к одной или нескольким турбинам. Для достижения максимального КПД к каждой турбине подключают не более трех цилиндров.

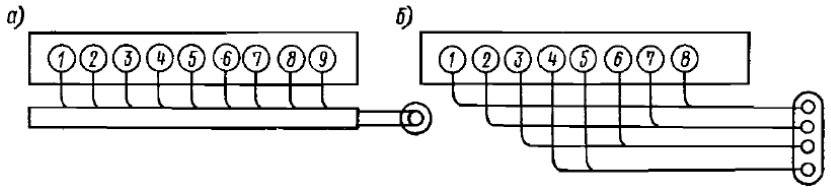


Рис.1 Газотурбинный наддув при: а) постоянном давлении; б) импульсном

Импульсная система имеет такие преимущества, как более полное использование энергии газов, лучшее снабжение двигателя воздухом при пуске и на режимах малых частот вращения и нагрузок, лучшая продувка цилиндров и быстрое реагирование турбокомпрессора на изменения режима работы двигателя. Так же импульсный наддув широко используется в среднеоборотных и высокооборотных дизелях на системах газотурбинного наддува при среднем эффективном давлении $p_{me} \approx$ 0,9-2,0 Мпа [2].

Библиографический список

1. Возницкий, И.В. Судовые двигатели внутреннего сгорания: учебник / И.В. Возницкий, А.С. Пунда – том 2 – Москва: МОРКНИГА, 2008. – 470 с. – ISBN 978-5-903080-38-0. – Текст: непосредственный.
2. Бердник, А.Н. Состояние и проблемы газотурбинного наддува четырехтактных судовых дизелей / А.Н. Бердник. - Текст : электронный // Научные проблемы водного транспорта. – 2022. – № 70 (1). – С. 64-76. – URL: http://journal.vsuwt.ru/index.php/jwt/issue/view/15 (дата обращения: 15.04.2024).

УДК 621.593

ЧУВАКОВ А.Б., КОРИШИ А., ХРУНКОВ С.Н.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЖАРО- И ВЗРЫВОБЕЗОПАСНОСТИ НА ОБЪЕКТАХ СПГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СПГ – удобная и относительно безопасная форма для перевозки и хранения газа. Отрасль СПГ за 60 лет своего существования зарекомендовала себя как малоаварийная. Хотя инциденты на объектах СПГ и происходили, за время существования отрасли в этих авариях погибло значительно меньше людей, чем на объектах нефтяной индустрии. Тем не менее, проектирование опасных объектов необходимо проводить с учетом возможного наихудшего сценария. Этому научила авария на одном из первых в мире промышленных предприятий СПГ: заводе в городе Кливленд (США) в 1944 году, в результате которой погибли 128 человек. Отметим, что если бы резервуар в Кливленде был построен по современным стандартам, то катастрофы бы не произошло. После этой аварии произошло полное переосмысление вопросов безопасности на объектах СПГ.

Факторы пожаро- и взрывоопасности

К факторам пожаро- и взрывоопасности на объектах СПГ относятся наличие легковоспламеняющихся газов и жидкостей, наличие источников возгорания во время перевалки СПГ, а также потенциальная возможность утечек и разливов легковоспламеняющихся веществ. К потенциальным источникам возгорания относятся искры, возникающие при скоплении электростатических зарядов, молниевые разряды и открытое пламя.

Аварийная утечка СПГ может привести к образованию слоя испаряющейся жидкости, следствием чего может стать возгорание этой жидкости либо распространение облака природного газа в результате её испарения.

Отметим, что СПГ в жидком состоянии не горит и при испарении самопроизвольно не воспламеняется. Для воспламенения необходимо иметь объемную концентрацию газа в воздухе от 5 % до 15 %. Если концентрация менее 5 %, то газа будет недостаточно для начала возгорания, а если более 15 %, то в смеси будет слишком мало кислорода.

Опасность несут в себе источники открытого пламени, искры, а также электростатические заряды, которые могут возникать вследствие контакта перемещающейся жидкости с другими материалами, в том числе с трубопроводами и топливными резервуарами во время перевалки продукции.

Существует и другая природа возникновения взрыва при разливе СПГ. СПГ – это криогенная жидкость (–162°С), которая при разливе начинает интенсивно испаряться. В результате из одного кубического метра жидкости образуется примерно 600 кубических метров природного газа. Высвобождающееся при этом большое количество энергии может вызвать объемный взрыв, не сопровождающийся возгоранием или химической реакцией.

Опасность нарушения герметичности вакуумной полости трубопроводов СПГ

Перекачка осуществляется при температуре 100…-120°С. Теплоизоляция трубопроводов обеспечивается наличием вакуумной полости между трубой и наружным кожухом. При этом нарушение герметичности вакуумной полости несет в себе большую опасность для трубопровода.

При повреждении наружного кожуха происходит интенсивный нагрев и испарение СПГ, находящегося в трубопроводе. Это приводит к резкому повышению давления в трубопроводе. В случае непринятия аварийных мер по остановке движения СПГ по трубопроводу может произойти взрыв газа с последующим возгоранием. В этой ситуации сигнал о снижении вакуума поступает на пульт управления. После этого немедленно включается система аварийного отключения трубопровода.

Меры по предотвращению пожаров и взрывов

Для объектов СПГ необходимо применять следующие меры:

1. Объекты СПГ следует проектировать и строить при соблюдении безопасного расстояния между резервуарами, а также между самим объектом СПГ и соседними зданиями. Если обеспечить надлежащее расстояние между участками невозможно, они должны быть разделены взрывозащитными стенами. Кроме того, сами здания должны иметь повышенную прочность.

2. Емкость СПГ должна быть окружена дамбой, способной принимать и удерживать всю находящуюся в цистерне жидкость.

3. Необходимо поддерживать в исправном состоянии системы обнаружения газовой опасности и системы аварийного отключения производственных систем.

4. В случае выброса газа следует обеспечить возможность его безопасного рассеивания с помощью интенсивной вентиляции.

5. В случае разлива СПГ следует обеспечить снижение его интенсивности испарения за счет покрытия места разлива расширяющейся пеной.

В заключение отметим, что при эксплуатации систем СПГ следует неукоснительно соблюдать правила по обеспечению безопасности. Необходимо иметь план действий в экстремальных ситуациях, периодически проводить обучение персонала пользованию оборудованием пожаротушения и методам эвакуации.

Библиографический список

1. Rensvik E. LNG Fuelling the Future. Proceedings of The LNG Shipping Forum,2011.
2. Fundamentals of Natural Gas Processing / by Taylor and Francis Group, LLC /2006.-429.
3. Коршак А. А., Шаммазов А. М. Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов. — 3-е изд., испр. и доп. — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005. — 528 с
4. Андрющенко, Р.С. и др. Судовое вспомогательное Энергетическое оборудование /Р.С. Андрющенко. - Л. : Судостроение, 1991.- 392 с.

УДК 621.593

КОРИШИ А., ХРУНКОВ С.Н.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СЖИЖЕНИЯ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Переработка природного газа играют решающую роль в удовлетворении растущих мировых потребностей в энергии. Поскольку спрос на более чистую и эффективную энергию источники продолжают расти, сжижение природного газа приобрело значительные масштабы. Сжиженный природный газ (СПГ) имеет ряд преимуществ, таких как снижение объема для транспортировки и хранения, что делает его экономически выгодным решением для транспортировки природного газа на дальние расстояния. В докладе рассмотрены наиболее перспективные технологические процессы сжижения природного газа.

Pricco (Partial Oxidation): этот процесс частичного окисления природного газа с кислородом или паром используется для производства синтез-газа с высоким содержанием оксида углерода.

Pricco Modified: вариация процесса частичного окисления Pricco, модифицированная для повышения эффективности или адаптированная к конкретным условиям производства.

APCI SMR (Air Products and Chemicals Steam Methane Reforming): технология парового реформинга природного газа, разработанная компанией Air Products and Chemicals.

Statoil/Linde MFC: многофункциональный комплекс (MFC) для переработки природного газа, разработанный Statoil (теперь Equinor) и Linde.

Cascade SMR: методика, использующая несколько ступеней реформинга для производства высококачественного синтез-газа.

Mustang OCX2: технология компании Mustang Engineering для оптимизации процессов в различных отраслях, включая производство водорода.

Axens.AP-X (Advanced Process-EXE): технология улучшенного процесса для оптимизации производства водорода или синтез-газа.

Phillips.Shell DMR (Dry Methane Reforming): технология сухого реформинга метана, разработанная Shell, которая позволяет производить синтез-газ с низким содержанием углерода.

Каждая из этих технологий имеет свои особенности и преимущества, а выбор конкретной зависит от требований производства, экономической целесообразности и других факторов. Выбор технологии ожижения газа относится к задачам многопараметрической оптимизации, базирующейся не только на технических и технологических ограничениях, но и на действующей экономической модели, включая политические ограничения.

Целевой функцией при выборе перечисленных технологий может и должна выступать не только максимальная рентабельность предприятия, но также и объемы производства, сроки его запуска и стоимость строительства и эксплуатации предприятия по сжижению газа.

Поэтому нами предлагается использовать составной многокритериальный оптимизационный параметр, построенный на принципах аддитивности.

Библиографический список

1. Андрющенко, Р.С. и др. Судовое вспомогательное Энергетическое оборудование /Р.С. Андрющенко. - Л. : Судостроение, 1991.- 392 с.
2. Fundamentals of Natural Gas Processing / by Taylor and Francis Group, LLC /2006.-429.
3. Коршак А. А., Шаммазов А. М. Основы нефтегазового дела: Учебник для вузов. — 3-е изд., испр. и доп. — Уфа: ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2005. — 528 с.
4. Rensvik E. LNG Fuelling the Future. Proceedings of The LNG Shipping Forum,2011.

УДК 629.5.035, 629.5.036

ЛИХАЧЁВ М.А., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ИЗУЧЕНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОМЁТНОГО ДВИЖИТЕЛЯ НА ТАНКЕРЕ DW 3800 ТОНН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водомётный движитель — движитель, состоящий из водопроточной трубы, внутри которой расположено рабочее колесо, расположенные внутри или снаружи корпуса судна. Максимальное распространение водомётные движители получили на судах, плавающих на мелководье, начиная от легких моторных лодок до скоростных судов.

Таблица 1. **Сравнение движителей**

Тип движетеля	Достоинства	Недостатки
Гребной винт	- высокий КПД (70÷75%); - возможность использования прямой передачи от двигателя к винту. [2]	- механические поломки при столкновении с препятствиями; - гидродинамическая кавитация.
Водомётный движитель	- возможность работы на мелководье; - хорошая защищенность от повреждений при движении по мелководью. [1]	- низкий КПД (35÷45%); - сложная конструкция; - возможность засорения при эксплуатации. [2]

Исследуемое судно, обладающее гребными винтами, представлено на рис. 1.

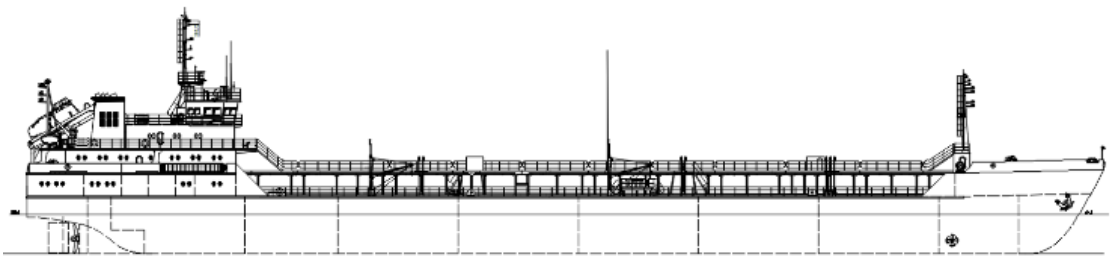


Рис. 1. Танкер DW 3800 т, с характеристиками:
L=110,3 м; B=16,3м; T = 4,11 м; Ne=1800 кВт

Судно, аналогичное по техническим характеристикам и обладающее водомётным типом движителей, изображено на рис. 2.



Рис. 2. Паром «Gotlandia» с характеристиками:
L=112,5 м; B=15,7м; T = 2,8 м; D=5632 т; Ne=4×7060 кВт; υ = 35 узлов [3]

Рассмотрев все полученные данные, мы делаем вывод о том, что применение на грузовом нефтеналивном судне водометных движителей не является целесообразным.

При установке водомётов на исследуемом танкере ~ в 15 раз увеличится мощность, как следствие значительно увеличится расход, объём топливных цистерн, компоновка МО, что значительно уменьшит полезную нагрузку судна.

Библиографический список

1. Васильев В.Ф. Водометные движители: Учебное пособие/ МАДИ (ГТУ). – М., 2006. – 45 с.
2. Жинкин В.Б. Теория и устройство корабля: Учебник – 3-е изд., стереотип. – СПб.: Судостроение, 2002. – 336 с., ил.
3. Корабельный центр [Электронный ресурс, сайт] // Быстроходные паромы с уникальным дизайном Magellan, – URL: https://shipshub.com/ru/article/55-2.html (дата обращения: 26.04.2024).

УДК 629.5.035

ПАВЛОВ А.В., ХРУНКОВ С.Н., ВАРСЕЕВ Д.Н., ДВИНИН Д.А., ГУСЕВ А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА РЕВЕРСИВНОГО ИНЖИНИРИНГА И АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОИЗВОДСТВЕ ДВИЖИТЕЛЕЙ МАЛОМЕРНЫХ СУДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе проведена оценка возможности импортозамещения движителей для маломерных судов с применением методики реверсивного инжиниринга, выделены ключевые проблемы в организации мелкосерийного производства гребных винтов, сделаны выводы об инвестиционной привлекательности данного производства.

Реверсивный инжиниринг – это процесс создания изделия и технической документации на основе анализа готового изделия [1]. Данный процесс состоит из ряда этапов, часть из которых могут быть цикличны, в том числе сбор сведений об объекте, подготовка и оптимизация модели, сравнение ключевых характеристик оригинального изделия и его копии.

В ходе экономической разведки был сделан вывод, что оптимизация издержек производства при использовании подхода реверсивного инжиниринга возможна при внедрении в технологический процесс аддитивных технологий. Применение в производстве современных полимерных материалов позволит сократить время производства, снизить массу и конечную стоимость изделия, но при этом не допустить ухудшения целевых характеристик.

Следует отметить тот факт, что повышение степени автоматизации производства закономерно влечет за собой снижение трудозатрат на производство движителей и минимизирует влияние человеческого фактора на этапе производства. Важно упомянуть, что использование трехмерного моделирования на этапе проектирования и производства существенно снижает временные затраты и позволяет повысить производительность труда без ущерба показателей качества.

Укрупненный анализ бизнес-процессов ряда крупных производителей гребных винтов показал, что производство судовых движителей минимально должно включать в себя следующие подразделения: отдел проектирования CAD/CAM, модельный цех, литейное производство, цех механической обработки, оснащенный ЧПУ-станками, цех для конечной обработки, отдел контроля качества. Помимо этого, большинство компаний используют собственные технологии литья и сплавы. Таким образом, организация подобного производства в России потребует разработки собственных решений и высокого уровня инвестиций.

С учетом совокупности внутренних и внешних факторов при анализе данного сегмента рынка была выдвинута гипотеза, что применение методики реверсивного инжиниринга и последующего быстрого прототипирования изделия позволит существенно снизить экономические издержки при производстве аналогов. Это произойдет за счет высокой степени информатизации и автоматизации производства, а также использования иных конструкционных материалов без потери в ресурсе разрабатываемого изделия.

---

1. Кугаевский, С. С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении: учебно-методическое пособие / С. С. Кугаевский – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2023. – 98 с.

УДК 623

РОМАНОВ А.Д., РОМАНОВА Е.А., МАКАРОВ В.С.

РАЗРАБОТКА ГЛАЙДЕРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОПОДОБНЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Дрейфующие буи-профилографы успешно применяются достаточно давно, глайдеры являются их дальнейшим эволюционным развитием, однако при этом наделены новым качеством – мобильностью. Впервые концепция подводного глайдера была практически продемонстрирована в конце 60-х гг. В настоящее время работы по созданию подводных глайдеров активно проводятся во многих странах [1]. В работе [2] рассмотрены особенности плавания роботов-рыб (Robot-fish). Морфология типов движителей плавающих гидробионтов приведена в работе [3]. В работе [4] рассматриваются различные подходы к построению бионических подводных роботов, их типы и особенности. Можно выделить три основных способа передвижения под водой: Body/Caydal Fin, Median/Paired Fin и Jet. Направление гидрореактивного движения (Jet) используют, например, медузы, но данное направление сложно в реализации с неявными перспективами. При этом по различным схемам движения рыб построено значительное количество экспериментальных образцов.

При использовании схемы Body/Caudal Fin тело совершает волнообразные колебания по направлению к хвостовому плавнику. В зависимости от задействования в движении мышц/объема тела можно выделить следующие типы: угреобразные, доставридообразные, ставридообразные, тунцовые, кузовковые. При использовании схемы Median/Paired Fin движение происходит главным образом за счет использования срединных и парных плавников. Схемы движения можно разделить на следующие основные группы: скатообразные, губанообразные, гимнотообразные, двузубообразные.

В ходе предварительных работ [5] были решены следующие задачи:

- разработана проектная документация и создан экспериментальный стенд комплексного исследования горения массива топлива с получением тепловой энергии;
- теоретически обоснована и экспериментально подтверждена безопасность применения данной ВНЭУ с указанием оценок риска развития аварийных ситуаций, включая запроектные аварии;
- разработаны технические решения, позволяющие минимизировать последствия аварии.

Для дальнейших работ была выбрана схема «скат», но с задействованием других особенностей данной схемы – фактически скат представляет собой глайдер с развитым крылом.

Библиографический список

1. Гайкович Б. Подводные глайдеры-роботы для исследования и мониторинга арктических акваторий // Корабел. 2015. №4 (30). С.126-130
2. Raj A., Thakur A. Fish-inspired robots: design, sensing, actuation, and autonomy – a review of research. // Bioinspiration. Biomimetics. Vol. 11. 2016. 23 p
3. Scaradozzi D., Palmeri G., Costa D., Pinelli A. BCF swimming locomotion for autonomous underwater robots: a review and novel solution to improve control and efficiency // Ocean Engineering. Vol. 130. 2017. P. 437-453
4. Филатов, А. Л. Обзор существующих подходов к построению бионических подводных роботов / А. Л. Филатов // Технические проблемы освоения Мирового океана. – 2019. – Т. 8. – С. 167-172. – EDN BLRZGP
5. Чернышов, Е. А. Развитие воздухонезависимых энергетических установок подводных лодок / Е. А. Чернышов, Е. А. Романова, А. Д. Романов // Вестник государственного университета морского и речного флота им. адмирала С.О. Макарова. – 2015. – № 5(33). – С. 140-152. – DOI 10.21821/2309-5180-2015-7-5-140-152. – EDN ULWVGJ.

УДК 355.695.1, 621.039.542.4, 665.753.4

ФЕДОСОВА Е.Д., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВ НА ТРАНСПОРТНЫХ СУДАХ

Суммарно на долю водного транспорта приходится до 5,3% общих выбросов в окружающую среду. Мировое сообщество принимает ряд мер, направленных на снижение загрязнений окружающей среды, в том числе за счёт снижения использования традиционного вида топлива.

В рамках исследования была рассмотрена возможность применения вместо дизельного топлива альтернативных вариантов (биодизельное топливо, этанол, рапсовое масло) на универсальном сухогрузном судне грузоподъемностью 2500 т (рис.1), где основными потребителями дизельного топлива являются: главный двигатель (Weichai CW16V200ZC-8), электроэнергетическая установка (2хДГ-75М2-3), теплоэнергетическая установка (KSO-50 R).

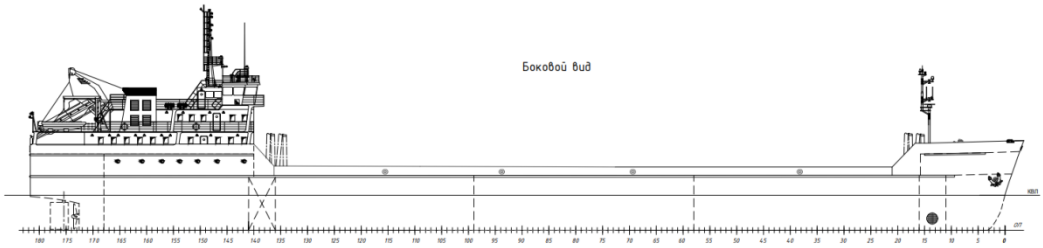


Рис.1. Сухогрузное судно г/п 2500 т

Рассмотрение технико-экономических показателей различных альтернативных и дизельного топлив позволило сделать вывод о возможности использования в качестве аналога биодизельного топлива.

Общий объем цистерн основных потребителей топлива при замене дизельного топлива на биодизель увеличился на 10,3%. Грузоподъемность исходного проекта составляла 4735 т, после применения альтернативного варианта – 4753,1 т, общее изменение составило незначительные 0.4 %, что позволяет сделать вывод, что конструктивные изменения корпусных конструкций не требуются.

В данном случае возможными вариантами решений являются:

1) минимальное изменение объёма топливным цистерн (без изменения общей компоновки машинного отделения);

2) уменьшение общей автономности, без изменения конструкции самого судна.

В заключение можно сделать вывод, что применение биодизеля на транспортных судах вместо традиционного дизеля является возможным. При этом улучшается экологичность самого судна, смазочные характеристики топлива и увеличивается срок службы двигателя.

Библиографический список

1. Кайзер О.А. Кинематическая вязкость рапсового масла и биотопливных композиций на его основе / Кайзер О.А., Доржеев А.А. // Инновационные тенденции развития российской науки материалы XI Межд. н.п. конф. мол. уч. Том Часть I. Мин. сел. хоз. РФ; Деп. нау. тех. пол. и обр. КГАУ, Красноярск, 2018, – 176-179 с.
2. Марков В.А. Спиртовые топлива для дизельных двигателей / Марков В.А., Вальехо Мальдонадо П.Р., Бирюков В.В. // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. 2015. №11. – 39-52 с.
3. Таманджа И. Перспективы и обоснование использования биодизеля в судовых дизельных установках / Таманджа И., Шуймасов Н.Н. // Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. 2010 №1 – 158-166 с.

УДК 629.5.036

ШИШОВ Е.С., ЗЕЛЕНОВ С.Н.

СТЕНД ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ВОДОМЕТНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка водометных движителей направлена на решение ряда задач по оптимизации геометрических параметров и совершенствованию рабочего процесса в системе «водометный движитель – корпус судна». Эффективность работы этой системы зависит от множества факторов, таких как: условия эксплуатации, геометрия обводов корпуса судна, возникающее дополнительное сопротивление корпуса, скорость движения, условия работы насоса движителя, его тяговые и мощностные характеристики [1].

Поэтому необходимым условием выбора рациональной конструкции водометных движителей являются модельные испытания, проводимые в специальных опытовых бассейнах и кавитационных трубах; испытания позволяют сравнить расчетные параметры с результатами физического эксперимента [2].

В работе представлены результаты разработки стенда для выполнения необходимых измерений при испытаниях моделей водометных движителей.

Основная задача созданного стенда заключается в определении зависимости скорости хода модели v_x, создаваемой тяги P, потребляемой мощности N, расхода Q, напора H и КПД рабочего колеса η_{PK} в зависимости от частоты вращения вала электродвигателя. Далее благодаря определенным характеристикам производится сравнение работы различных моделей водометных движителей.

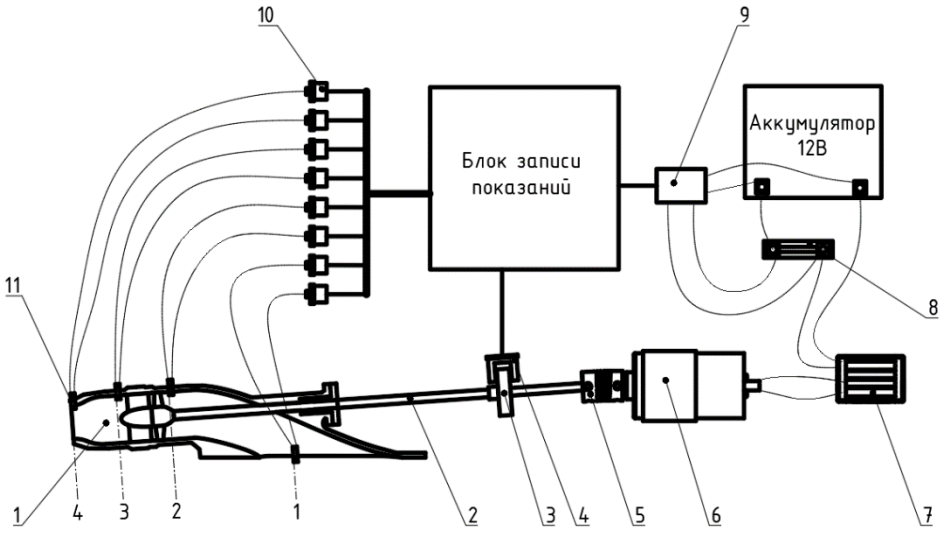


Рис. 1. Схема экспериментального стенда:
1 – водометный движитель; 2 – валопровод; 3 – щелевой диск; 4 – оптический датчик частоты вращения; 5 – соединительная муфта; 6 – электродвигатель; 7 – регулятор мощности двигателя; 8 – токоизмерительный шунт; 9 – вольтамперметр;10 – датчики давления; 11 – трубки Пито-Прандтля

Библиографический список

1. Папир, А.Н. Водометные движители малых судов [Текст] / А.Н. Папир. – Л.: Судостроение, 1970 – 256 с.
2. Анчиков, С. Л. Водометные движители. Вопросы проектирования [Текст] / С. Л. Анчиков. — СПб.: «Реноме», 2021. — 252 с.

УДК 621.43.068.4, 629.5.03

ШКРЕБЕЦКАЯ А.А., ВАРСЕЕВ Д.Н.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧНОСТИ СУДОВОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ ТАНКЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время на флоте применяются различные виды СЭУ, однако наиболее распространенными являются дизельные двигатели внутреннего сгорания.

На сегодняшний день суммарная мощность эксплуатируемых дизельных двигателей составляет примерно 1600 млн кВт, в результате работы которых ежегодно выбрасывается в атмосферу 12 млн тонн вредных веществ.

Выбросы ОГ – основная причина превышения допустимых концентраций токсичных веществ и канцерогенов в атмосфере крупных городов, образования смогов, являющихся частой причиной отравления в замкнутых пространствах. Основными вредными и наиболее опасными компонентами ОГ являются: оксид серы (SO_2) и оксид азота (NO_x), требования к которым установлены MARPOL 73/78. Целью Кодекса является установление соответствия этим нормам при освидетельствовании и сертификации судовых дизелей. Факт соответствия судового дизеля нормам Кодекса по результатам сертификационных испытаний, которые проводит аккредитованная Регистром организация.

Проблема сокращения выбросов вредных веществ от судовых дизельных двигателей интересует многих отечественных и зарубежных ученых, которые ставят перед собой цель не только изучить причины, но и найти пути ее решения.

Исследуемым судном является танкер DW 4700 т с двигателями MAN 8L27/38, так как дизели компании “MAN D&T” занимают около 85% всех малооборотных дизелей мирового морского флота и являются одними из самых экологичных.

В рамках исследования была поставлена задача найти пути решения вопросов повышения экологичности двигателя и судна в целом за счёт применения технических решений для снижения показателя выбросов.

Были предложены следующие методы для улучшения экологичности ГЭУ:

– оптимизация подачи топлива в более широком диапазоне нагрузок;
– адаптация к работе на топливах различного качества;
– возможность работы двигателя на двух типах топлива;
– рециркуляция отработавших газов;
– система каталитической обработки отработавших газов (снижение содержания NO_x);
– система очистки отработавших газов в скруббере (снижение содержания SO_x);
– применение топлива с низким содержанием серы.

Библиографический список

1. Арефьев, Н.Н. Комплексное решение проблемы вредных выбросов с отработавшими газами судовых дизелей кислорода. / Сборник материалов международной молодежной научно-технической конференции Будущее технической науки XVI, 2017, – 388-389 с.
2. Атласов, Р.Ю. Снижение токсичности отработавших газов оптимизацией режимов эксплуатации судового дизеля /Р.Ю. Атласов, В.А. Туркин/ Эксплуатация морского транспорта/ ГМО им. адм. Ф.Ф. Ушакова 2016, – 111-116 с.
3. Марков, В.А. Токсичность отработавших газов дизелей / В.А. Марков, Р.М. Баширов, И.И. Габитов/ М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002 – 376 с.

Подсекция 5.3

Прочность, надежность и ресурс конструкции

УДК 532.71

ЕГОРОВА Е.С., ГОРБУНОВ А.И., ИЛИКАЕВ И.С., САТАЕВ А.А.

МЕТОДЫ УВЕЛИЧЕНИЯ РЕСУРСА МЕМБРАННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. МЕТОДЫ ФИЗИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение мембранных фильтров в энергетике позволяет удалять из воды растворенные соли, взвешенные, коллоидные и органические вещества с минимальным использованием химических реагентов.

Для разработки эффективных мембран следует учитывать следующие факторы: выбор мембранных материалов, расход воды, уровень отбраковки растворенных веществ, конфигурацию модуля, конструкцию системы, включая технологичность в больших масштабах, и условия эксплуатации для обеспечения экономической эффективности.

При эксплуатации таких фильтров существует проблема, связанная с отложением малорастворимых солей и других соединений на поверхности мембраны. В застойных зонах, в которых происходит образование осадков, по причине этого увеличивается продольное сопротивление потоку воды и снижается производительность фильтрующего элемента.

Растворенные вещества и макромолекулы могут химически взаимодействовать со стенкой пор. Такие взаимодействия могут приводить к адсорбции растворенных веществ на стенках мембраны, что приводит к частой замене дорогих расходников и, следовательно, к увеличению эксплуатационных затрат.

Для увеличения ресурса используют систему предочистки, например, осветлительный фильтр с двухслойной загрузкой, введение в схему дополнительного фильтра с мелкодисперсной фильтрацией и последующее натрий-катионирование воды [1]. Но способы такой очистки являются громоздкими. Именно поэтому эффективно использовать ультрафильтрацию, гидравлические промывки со сбросом давления.

Еще одна ключевая проблема, связанная с использованием мембран для обратного осмоса (особенно полиамидных), – это их быстрое разрушение в присутствии хлора (одного из наиболее распространенных дезинфицирующих средств в системе очистки воды) [2].

Мембранные отложения классифицируют на обратимые и необратимые в зависимости от возможности избавится от застоя. Для удаления первых проводят мероприятия по очистке физическим методом и с использованием реагентов: щелочей, кислот, ПАВов, ферментов.

Физическая очистка – наиболее применяющаяся на практике. Чаще всего представляется в виде прямой или обратной промывки и ее разновидностей. Также к физическим методам очистки относят воздушную продувку и очистку ультразвуком.

Комбинация физической и химической очистки дает наибольший эффект. Это обусловлено тем, что с помощью физической очистки происходит разрыв связей и смещение с помощью напора жидкости, а химической – разрыхление и дестабилизация слоев отложений.

Также в [3] представлены результаты экспериментальных исследований процесса фильтрации с применением вибрационного воздействия, которые показали положительное влияние на повышение надежности мембранного аппарата и увеличение срока его работы.

Библиографический список

1. Юрчевский, Е. Б. Изучение процесса формирования осадков взвешенных, коллоидных, органических и кристаллических веществ на поверхности мембран и пути увеличения срока работы мембранных систем до химической промывки / Е. Б. Юрчевский, А. Г. Первов, А. П. Андрианов // Энергосбережение и водоподготовка. – 2006. – № 3(41). – С. 3-8. – EDN JVCSOP.
2. Недостатки баромембранных методов водоподготовки и способы их устранения в мировой практике / А. А. Филимонова, Э. К. Аракелян, Н. Д. Чичирова [и др.] // Вестник Московского энергетического института. Вестник МЭИ. – 2020. – № 4. – С. 98-112. – DOI 10.24160/1993-6982-2020-4-98-112. – EDN XAAOKW.
3. Мищенко В.Я. Применение вибрационного воздействия для интенсификации мембранных процессов / Мищенко В.Я., Кувардина Е.М. // Известия ВУЗов. Северокавказский регион. Технические науки. – 2010. – № 1. – С. 110-112.

УДК 539.3

ЕРМАКОВ Я.Д.[1], ЕРОФЕЕВ В.И.[1,2]

ДИСПЕРСИЯ И ЗАТУХАНИЕ ПРОДОЛЬНОЙ ВОЛНЫ, РАСПРОСТРАНЯЮЩЕЙСЯ В СТЕРЖНЕ МАКСВЕЛЛА

[1]Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
[2]Институт проблем машиностроения РАН – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук»

Для описания вязкоупругих свойств материалов и элементов конструкций часто используются реологические модели [1]. Упругие свойства элементарного объема моделируются эквивалентном упругим элементом (пружиной), а вязкие свойства элементарного объема моделируются эквивалентным вязким элементом (демпфером). В различных моделях демпфер и пружина располагаются по-разному: в модели Максвелла – последовательно, в модели Фойхта-Кельвина – параллельно. Стержень, материал которого подчиняется закону деформирования среды Максвелла, принято называть стержнем Максвелла [2]. Распространение продольной волны в таком стержне описывается одномерным волновым уравнением, дополненным слагаемым, характеризующим вязкость материала. Известно, что классическое волновое уравнение содержит в качестве коэффициентов модуль Юнга и плотность материала, отношение которых (деление первого коэффициента на второй) формирует квадрат скорости распространения продольной волны.

Рассматриваемое уравнение Максвелла содержит еще один коэффициент, определяющий время релаксации. Решение уравнения ищем в виде бегущей гармонической волны. От исходного дифференциального уравнения в частных производных перейдем к алгебраическому комплексному дисперсионному уравнению, связывающему частоту и волновое число, позволяющему вычислить фазовую и групповую скорости волны, определить закономерности ее распространения и затухания.

При анализе дисперсионного уравнения выделены две задачи: 1) частота считается действительной величиной, а волновое число – комплексной величиной (так принято при решении краевых задач); 2) волновое число считается действительной величиной, а частота – комплексной величиной (так принято при решении задачи Коши). Продольная волна, удовлетворяющая условиям первой задачи, обладает следующими особенностями распространения: ее частота сначала возрастает с увеличением действительной части волнового числа, а

затем выходит на горизонтальную асимптоту (при малой вязкости такой выход осуществляется медленно, при большой вязкости – быстро); затухание волны (определяемое мнимой частью волнового числа) сначала увеличивается с ростом частоты, затем выходит на горизонтальную асимптоту и становится частотно–независимым. Продольная волна, удовлетворяющая условиям второй задачи, обладает следующими особенностями распространения: при малой вязкости материала частота волны увеличивается с ростом волнового числа, т.е. проявляется дисперсия; при увеличении вязкости рост частоты с ростом волнового числа сохраняется, но такой рост происходит по линейному закону, т.е. дисперсия отсутствует; в области наличия дисперсии фазовая скорость растет с ростом волнового числа, при этом групповая скорость монотонно убывает, но всегда остается больше фазовой скорости, т.е. дисперсия имеет аномальный характер.

Библиографический список

1.Вибрации в технике: Справочник в 6 томах. Под ред. Фролова К.В. Т. 1: Колебания линейных систем / Под ред. В.В. Болотина. М.: Машиностроение, 1999. 504 с.
2.Ерофеев В.И., Кажаев В.В., Семерикова Н.П. Волны в стержнях. Дисперсия. Диссипация. Нелинейность. М.: Физматлит. 2002. 208 с.

УДК 681.5

НОВИКОВА А.В., РЯБИКИНА Т.В., ЛЕЩЕВА О.В.

ТОПОЛОГИЧЕСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ КРЕПЛЕНИЯ РЕЗОНАТОРА С ЦЕЛЬЮ ПОВЫШЕНИЯ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДАТЧИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

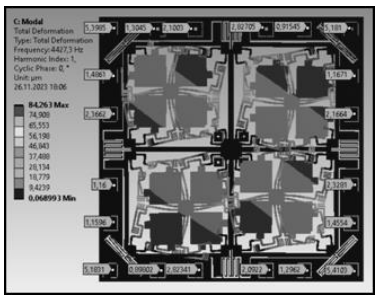
В настоящее время микромеханические структуры широко применяются в навигационных и управляющих системах всех типов транспортных средств.

В работе рассматривается влияние конструкции деталей, входящих в состав датчика угловых скоростей (ДУС-ММ) камертонного типа [1] на его эксплуатационные показатели.

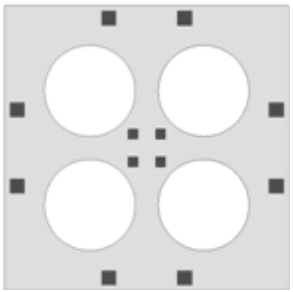
В процессе сборки базовой конструкции ДУС-ММ, для уменьшения рассеивания энергии системы, места крепления вынесены на внешнюю рамку. Закрепление резонатора к стеклянной обкладке осуществляется при помощи 24 сварных контактных площадок (4 в центре и 20 по контуру рамки) рис.1, *а*. В процессе испытаний, установлено, что резонатор закреплен, не вполне оптимально, и это приводит к рассеиванию энергии колебательной системы в основании и корпусе датчика. С целью минимизации рассеивания энергии в основание проведено моделирование различных вариантов закрепления резонатора при помощи модального анализа, рис.1. Расчет свободных колебаний проводился без учета динамических нагрузок.

Исходя из результатов моделирования определено, что контактные площадки в углу резонатора обладают максимальным перемещением порядка 5,1-5,4 мкм, площадки в центральной части обладают в 2,5 раза меньшем перемещением и составляют 1,1-2,8 мкм. Поэтому для снижения величин перемещения в углах контактные точки должны находиться находятся между центральными и угловыми точками. Величина перемещения на данных контактных площадках составляет порядка 0,8-1,4 мкм. По результатам моделирования видно, что полное закрепление резонатора не оптимально, поскольку большая часть контактных соединений обладает большими перемещениями.

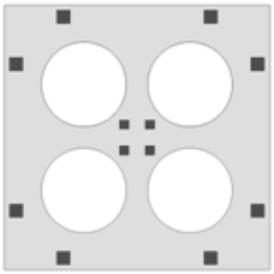
В процессе моделирования определены два оптимальных варианта закрепления резонатора к обкладке. На рис. 1, *б* и *в* представлены оптимальные точки крепления.



а) Моделирование резонатора



б) закрепление №1



в) закрепление №2

Рис.1. Результаты моделирования

Моделирование показало, что ЧЭ нужно крепить ближе к углам обкладки и в центральной части. По результатам изменения сварных точек кремниевой пластины к стеклянной обкладке величина смещения уменьшилась. Закрепление №2 являются допустимым, т.к. выполняется условие минимума перемещения в точках крепления; новое закрепления сохраняют устойчивость резонатора к действию ШСВ в диапазоне частот до 2 кГц. Модернизация крепления резонатора к стеклянной обкладке привела к минимизации потерь энергии, тем самым увеличилась точность измерения угловой скорости на 25%.

---

1. Вавилов, В.Д. Теоретические основы микросистемных акселерометров и гироскопов [Текст]: учебное пособие/ В.Д.Вавилов; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Алексеева. – Нижний Новгород, 2011. – 210 с.

УДК 681.5

НОВИКОВА А.В., РЯБИКИНА Т.В., СТАРОСТИНА О.Н.

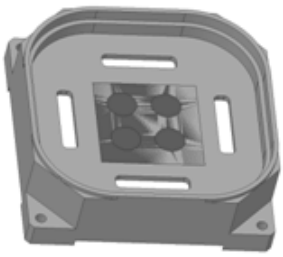
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ КОНСТРУКЦИИ КОРПУСА НА СТАБИЛЬНОСТЬ СИГНАЛА ДАТЧИКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

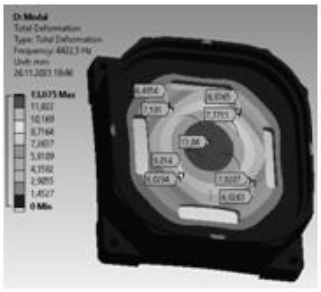
В работе рассматривается исследование влияния конструкции корпуса датчика ДУС-ММ на стабильность нулевого сигнала при различных вариантах крепления к нему чувствительного элемента (далее ЧЭ).

Поскольку оптимальные крепления резонатора и ЧЭ в целом, найдены ранее, остается промоделировать места соединение в корпусе.

Моделирование действующей конструкции ЧЭ и оценка мест крепления ЧЭ к корпусу показала, что крепление ЧЭ к корпусу всей поверхностью не позволяет обеспечить низкое рассеивание энергии, поскольку большая часть имеет разные деформации, рис.1



а)



б)

Рис.1.Стандартное крепление ЧЭ в корпусе а), величина перемещений б)

В диапазоне рабочих частот датчика 4-4,5 кГц, наблюдается максимальное перемещение в центральной части корпуса, также наблюдается зона с минимальными перемещениями порядка 6-7 мм. Моделирование показало, что ЧЭ нужно крепить ближе к углам обкладки и в центральной части, но поскольку в корпусе центральная часть имеет максимальное перемещение, то сформируем технологический зазор в корпусе, который позволит уменьшить связь ЧЭ и корпуса, тем самым это уменьшит рассеивание энергии. Это приведет к стабильности нулевого сигнала от запуска к запуску в независимости, какие факторы влияют на датчик. Корпус со сформированным технологическим зазором в оптимальных местах и результат математического расчета представлен на рис 2.



а) б)

Рис. 2. Крепление ЧЭ в модернизированном корпусе а), величина перемещений б)

Результаты моделирования модернизированного корпуса подтвердили, что технологический выступ позволит произвести развязку ЧЭ с основанием, поскольку связь ЧЭ с корпусом минимизирована и данные выступы обладают меньшим перемещением, чем центральная часть.

---

1. Бруяка, В.А. Инженерный анализ в ANSYS Workbenchx [Текст]: учебное пособие. Ч. 2. /Бруяка В.А, Фокин В.Г., Кураева Я.В.: Уучебное пособие. Ч.2. – САМГТУ, 2013. – 146 с.

УДК 624 046.2+3

ПОМАЗОВ А.П., ХАЗОВ П.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕФОРМАЦИОННЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ ДЛЯ ЦЕНТРАЛЬНО СЖАТЫХ БЕТОННЫХ СТЕРЖНЕЙ В СТАЛЬНОЙ ОБОЛОЧКЕ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Новые конструкционные материалы и их сочетания являются важной составляющей современной науки и техники. Одним из современных решений является применение сталебетонных конструкций, при проектировании которых возникает множество вопросов.

В данной работе приводятся результаты экспериментальных исследований вопросов деформирования сталебетонных образцов малогабаритных сечений. Исследуются и анализируются напряженно-деформированное состояние стальной трубы и трубы с бетонным сердечником. Приводится экспериментальное определение зависимостей между сжимающей нагрузкой и продольными деформациями сталебетонных и стальных стержней, а также количественная оценка вклада бетонного сердечника и стальной обоймы в общую несущую способность составного стержня. Испытания проводились для коротких сталебетонных образцов с размерами трубы 60х2,0, 76х3,0 и 102х3,5 и полых стальных труб с соответствующими размерами. По результатам экспериментов построены диаграммы деформирования. Деформация трубобетонного элемента при центральном сжатии происходит пропорциональ-

но деформации полого стального элемента того же диаметра, что позволило оценить вклад бетона в работу трубобетонного сечения, который оказался постоянным на каждом этапе деформирования. Предложена методика, позволяющая аналитически описать деформативность трубобетонных элементов при центральном сжатии при помощи логарифмической формулы (1), основанной на экспериментальных данных [1].

$$P_{tb}(\Delta) = 0{,}85 \cdot P_t^{cr} \cdot \left(1 + 2{,}5 \cdot \frac{P_b^{cr}}{P_t^{cr}}\right) \cdot \lg(500 \cdot \Delta), \quad (1)$$

где P_t^{cr}, P_b^{cr} – разрушающие нагрузки в стальной трубе и бетонном сердечнике при их раздельной работе, определенные при испытаниях осевой сжимающей нагрузкой соответствующих образцов до разрушения (дифференцированная несущая способность).

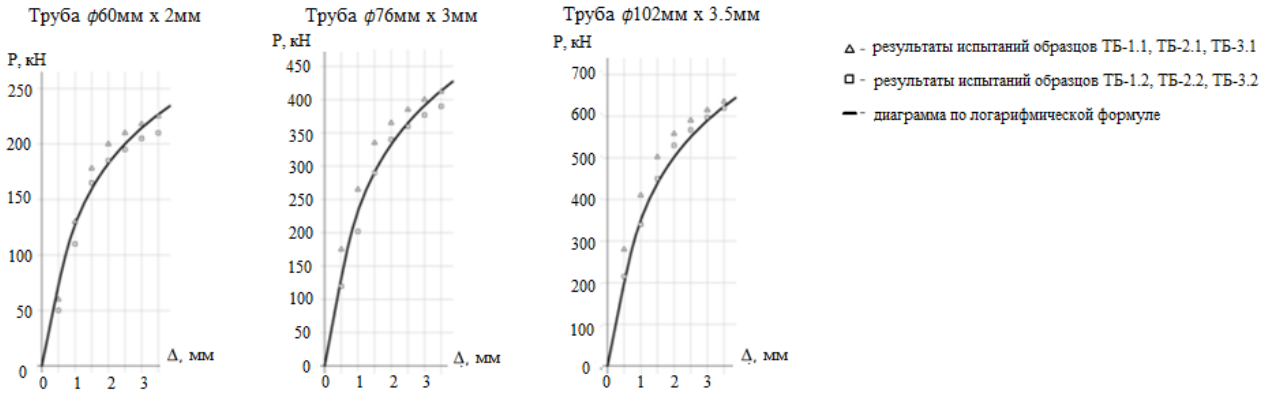


Рис.1. Диаграммы P(Δ), построенные при помощи логарифмической функции

Данная аналитическая зависимость позволяет определить продольные деформации на любом этапе нагружения. График логарифмической функции с хорошей точностью ложится на диаграмму, полученную экспериментально.

1. Khazov P. A. Experimental and analytical models of longitudinal deformation in pipe-concrete specimens with small cross-sections / P. A. Khazov, V. I. Erofeev, E. A. Nikitina, A. P. Pomazov // Structural Mechanics of Engineering Constructions and Buildings. – 2023. – Vol. 19, No. 4. – P. 410-418.

СЕКЦИЯ 6

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МЕТАЛЛУРГИЯ И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

Подсекция 6.1

Материаловедение

УДК 669-179

АРСЕНОВ Р.С.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОГО УПРОЧНЕНИЯ ВАЛКОВЫХ СТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современное прокатное производство ставит задачу увеличения объёма проката, улучшению качества металлопродукции и снижению расходов по переделу, достигаемые повышением стойкости прокатных валков методами высокоэнергетической обработки.

Для исследования были взяты инструментальные легированные стали: 9ХС и Х12М, обладающие оптимальной износостойкостью и стабильностью физико-механических свойств в условиях горячей прокатки [1].При разработке технологии высокоэнергетической обработке необходимо учитывать, что в эвтектоидных и заэвтектоидных сталях в зоне закалки из твердой фазы можно выделить две области: вверху – структурная область с растворенными карбидами и ниже - область с нерастворенными карбидами. В области нерастворенных карбидов остаточного аустенита значительно меньше, и это приводит к тому, что именно эта часть ЗЛВ отличается максимальной твердостью. Поэтому заэвтектоидные стали рекомендуется упрочнять импульсной закалкой, обеспечивающей получение структур с нерастворенными карбидами, т. е. с наибольшей скоростью обработки [2].

Для решения поставленной задачи проводили импульсную лазерную обработку материала после закалки и отпуска, при различных режимах; переменным (вариационным) фактором при этом была мощность лазерного излучения. Лазерную обработку проводили на твердотельной лазерной установке ALFA-300AUTO в импульсном режиме с частотой следования импульса 10 Гц, при мощности лазерного излучения 100, 125, 150 Вт и скоростью перемещения лазерного пятна 5 мм/с.

Проведённые исследования позволили оценить влияние мощности лазерного излучения на процессы проходящие при закалки и определить оптимальный режим обработки изделий, работающих при прокате сталей.

Библиографический список

1. Гольдштейн М. И., Грачёв С. В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. Учебник для вузов. М.: Металлургия, 1985. 408 с.
2. Григорьянц А. Г., Сафонов А. Н. Основы лазерного термоупрочнения сплавов: учебное пособие для вузов — 3-е изд., стер. — Москва; Берлин: Директ-Медиа, 2021. — 157 с.

Подсекция 6.2

Металлургия и заготовительные производства машиностроения

УДК 669

АКСЕНОВА А. С., ЗАЛЕТИН И. А.

ПРИМЕНЕНИЕ 3D-ПЕЧАТИ В ПРОИЗВОДСТВЕННОМ ПРОЦЕССЕ

Выксунский филиал Национального исследовательского технологического университета «МИСиС»

В промышленном масштабе 3D-печать является перспективной технологией, задающей тенденцию развития целых направлений производства. Благодаря использованию разнообразных методов 3D-печати становится возможным быстрое создание образцов с высоким уровнем детализации и прочности.

3D-печать – это быстро развивающаяся технология создания объёмных изделий с помощью предварительно созданных цифровых моделей. На 3D-принтерах создаются макеты будущих улиц и городов, прототипы автомобилей и различной техники, литейные формы, некоторыми крупными компаниями – обувь. Технологией 3D-печати реализуется создание скульптур, деталей и оружия, протезов, слуховых аппаратов, экзоскелетов [1].

Технология 3D-печати осуществляется с помощью 3D-принтера, для которого в программах 3D-моделирования создаётся виртуальная модель. Позже заготовка модели загружается в специальную программу – слайсер, где задаются все необходимые настройки для печати и создаётся понятный принтеру программный код, читая который, устройство воссоздаёт осязаемую копию цифровой детали.

Существует множество технологий создания объёмных изделий, среди которых наиболее распространёнными являются технологии FDM и SLA. FDM-печать работает следующим образом: в экструдер заправляется пластиковая нить, которая плавится и под давлением выходит наружу на постепенно движущуюся вниз платформу. Слой за слоем снизу-вверх создаётся деталь, которая позже застывает. Технология имеет ряд преимуществ, благодаря чему преобладает над другими методами 3D-печати: лёгкость и плотность образцов, относительно дешёвый материал, простота и понятность технологии. SLA-печать требует использования фотополимерной жидкости, затвердевающей под воздействием ультрафиолетового либо инфракрасного лазера. Несмотря на существенный недостаток в лице дороговизны материала, технология ценится высокой детализацией и низким процентом брака [2].

3D-печать имеет как преимущества, так и недостатки. К плюсам относятся возможность печати сложных деталей, снижение затрат на производство, простота и скорость реализации продукта, меньшее количество отходов, низкий риск ошибок, возможность заменить пластик на композитные материалы. В минусах выделяется следующее: меньшая вариативность расходуемого материала и вытекающие из этого ограниченная прочность и выносливость детали, сокращение рабочих мест в производстве, потребность в специалистах данной области, дороговизна многоцветных 3D-принтеров, небольшие размеры принтеров и ограниченность размера деталей.

Отрасль 3D-печати быстро совершенствуется и делает огромный рывок в развитии нашей промышленности уже сейчас, предоставляя возможность создания полноценных функционирующих устройств.

Библиографический список

1. https://3d-services.ru/primenenie/
2. https://3dtool.ru/stati/kakie-sushchestvuyut-vidy-3d-printerov/

УДК 669

АРСЕНОВ Р.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЛАЗЕРНОГО ТЕРМИЧЕСКОГО УПРОЧНЕНИЯ НА УСТАЛОСТНУЮ ПРОЧНОСТЬ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Процесс усталостного разрушения металлов и сплавов является одним из наиболее опасных и сложно предсказуемых повреждающих процессов, который может активно развиваться даже при относительно небольшой амплитуде приложенного напряжения. Быстрый рост усталостной трещины часто приводит к аварийному выходу из строя высокоответственных машиностроительных конструкций, вынуждая разработчиков существенно увеличивать затраты на ремонтно-диагностические работы. А стремительный рост современного производства требует повышения эксплуатационных нагрузок и рабочего ресурса деталей машин.

Решение данных проблем заключается в повышение конструкционной прочности и сопротивлению внешним факторам. Конструкционная прочность обеспечивается металлом основы, а сопротивление воздействию внешних факторов – формированием поверхностного слоя с заданными свойствами.

Поверхностный слой по отношению к удалённым объёмам металла является местом лёгкого зарождения дефектов материала, накопление которых до критического уровня приводит к возникновению очага усталостного разрушения. Вполне естественно, что блокировка на поверхности выявленных процессов деформации, создание в поверхностном слое остаточных сжимающих напряжений являются теми технологическими приёмами, которые эффективно обеспечивают повышение усталостной прочности[1].

Локальное поверхностное термическое упрочнение является одним из самых распространённых простых и экономических способов в машиностроительных отраслях промышленности повышения эксплуатационных свойств сталей и сплавов. Экономически выгодней технологий напыления и наплавки. Среди способов упрочнения поверхности наиболее экономичным является термоупрочнение локальными источниками нагрева[2].

Не смотря на это, применение лазерного излучения для обработки поверхностного слоя с целью повышения усталостной прочности, широкого применения не нашло. Так как существующих теоретических положений и прикладных знаний по лазерной обработке сталей на текущий момент не достаточно, а оборудование для лазерной обработки является достаточно дорогостоящим.

Внедрение эффективной технологии поверхностной обработки для повышения усталостной прочности, позволит повысить качество выпускаемой продукции и экономическую составляющую производства.

Научный консультант исследования – проф. каф. МТМиТОМ, д.т.н. Гаврилов Г.Н.

Библиографический список

1. Панин В.Е., Елсукова Т.Ф., Ангелова Г.В. Механизм деформации и зарождения усталостных трещин в поликристаллах алюминия при знакопеременном изгибе // ДАН. -2002 -Т.382. №3- 335 с.

2. Н.Н. Евтихиев, О.Ф. Очин, И.А. Бегунов. Лазерные технологии – 2-е испр. Изд. – Долгопрудный: Издательский Дом «Интеллект», 2022. – 240 с.

УДК 620.186

БАКИРОВ Д.Д., ХЛЫБОВ А.А., РЯБОВ Д.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ СВОЙСТВ ПО СЕЧЕНИЮ ЗАГОТОВКИ ИЗ СПЛАВА ВТ6, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГИП

Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) представляет собой сложный технологический процесс обработки материалов, заключающийся в комбинированном воздействии высокого давления и температуры с выдержкой в течение времени, необходимого для компактирования. В качестве среды, передающей давление на заготовку, обычно используется инертный газ, например аргон [1].

Однако в процессе ГИП распределение температуры и давления по сечению образца неравномерно, вследствие чего свойства материала меняются от края заготовки к центру [2].

ВТ6 является титановым (α+β) сплавом. Он относится к прочным сплавам, имеет отличную свариваемость и хорошую пластичность в горячем состоянии. Благодаря своим уникальным свойствам сплав ВТ6 успешно применяется в широком спектре отраслей промышленности: авиация и космонавтика; медицина; судостроение; химическая промышленность; автомобильная промышленность.

Цель данной работы – исследовать распределение свойств по сечению заготовки, полученной методом ГИП. На рис. 1 и 2 изображены график распределения твердости по сечению образца и диаграмма распределения плотности по сечению образца соответственно.

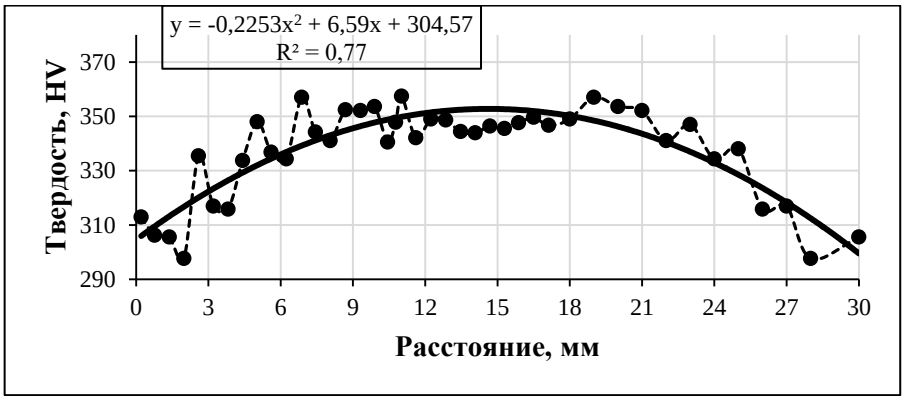


Рис. 1. График распределения твердости по сечению образца

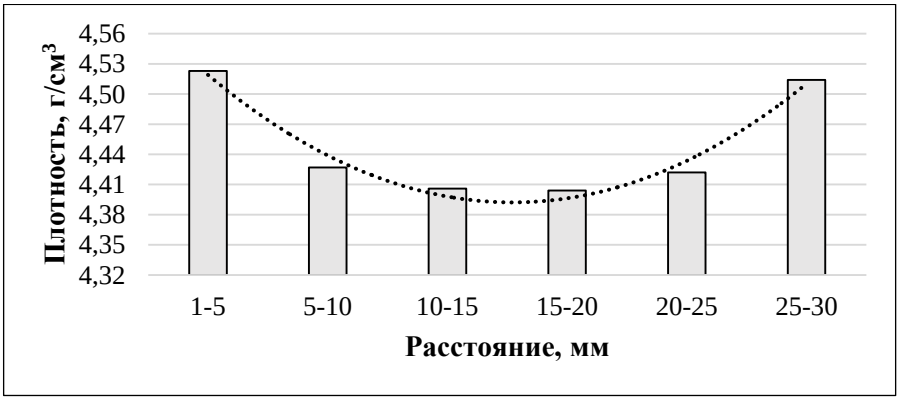


Рис. 2. Распределение плотности по сечению образца

Библиографический список

1. Агеев С.В., Гиршов В.Л. Горячее изостатическое прессование в порошковой металлургии // Металлообработка. Новые материалы и технологии производства. – 2015. – №4 (88). – С. 56–60.
2. Исследование влияния структуры на физико-механические свойства стали Х12МФ, полученного методом горячего изостатического прессования / Д.И. Васянкин, Д.А. Рябов, А.А. Хлыбов // XXVII Нижегородская сессия молодых ученых: технические, естественные, математические науки. - 2022. – Т.27, С. 3-4.

УДК 621.762

БАТЯЛОВА А.С., БЕЛЯЕВ Е.С.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ПРОНИЦАЕМОГО ПРОКАТА ИЗ НИКЕЛЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ПОРОШКА С ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ОКРУГЛОЙ ФОРМОЙ ЧАСТИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пористые проницаемые материалы широко применяются в промышленности в качестве фильтров и конструкционных материалов для охлаждающих траков теплонапряженных элементов различных аппаратов, а также для управления обтеканием тел, движущихся с высокой скоростью. В большинстве случаев такие материалы применяются для фильтрации газов и жидкостей при низких и повышенных температурах, в устройствах для капиллярного транспорта жидкостей – тепловых трубах, при испарительном охлаждении, в гидравлических уплотнениях затворов, при уплотнении различного рода соединений [1].

Пористые материалы, предназначенные для фильтрации выгоднее всего получать методом прокатки порошка в ленту т.к. в этом случае мы получаем тонкую пористую перегородку, которая при небольших перепадах давления показывает достаточную проницаемость.

Схема изготовления таких пористых проницаемых перегородок состоит из следующих этапов: подготовка шихты (отсеивание необходимых по размерам фракций порошка)→холодная прокатка порошка в ленту (с соблюдением необходимых параметров ленты, таких как толщина и пористость)→спекание ленты в защитной или восстановительной атмосфере [2].

Для прокатки ленты наиболее широко применяются порошки, полученные электролитическим методом и методом восстановления. Таким порошкам присуща неправильная форма частиц, что облегчает процесс получения пористой ленты методом прокатки. Однако такие порошки имеют достаточно высокую стоимость, а также низкую насыпную плотность и низкую текучесть.

В настоящее время получила большой импульс к развитию технология получения распыленных порошков во многом благодаря развитию технологий 3D-печати. Распыленные порошки имеют преимущественно округлую форму, достаточно низкую стоимость, а также высокий насыпной вес и высокую текучесть.

Так как порошки сферической формы непригодны для прокатки в ленту, мы использовали метод конгломерации порошков, что сделало возможным формовать такие порошки методом прокатки. Для приготовления конгломерированного порошка 12%-й водный раствор поливинилового спирта смешивается с исходным порошком. Полученная масса выкладывалась на стальной лист ровным слоем толщиной 20 мм и высушивалась при температуре 120℃ в течение 3 часов. После просушивания склеенная масса порошка дробится и после рассеивается на ситах.

Используя различные фракции конгломерированного порошка, был выполнен плановый эксперимент, что позволило определить свойства пористого проката в широком диапазоне гранулометрии исходного порошка. Полученный пористый прокат имеет достаточно высокие эксплуатационные характеристики.

Проведенная работа показывает возможность получения пористых проницаемых лент из сферических порошков, полученных методом распыления или электролиза. Необходимо развивать методы придания необходимых свойств для возможности прокатки сферических порошков в пористую ленту, что позволит получать пористые проницаемые перегородки с отличными свойствами фильтрации и обладающие высокими экономическими характеристиками (обладающие низкой стоимостью).

Библиографический список

1. Сорокин В.К. Технология изготовления и оборудование по производству порошковых и композиционных материалов и изделий / Сорокин В.К., Шмелев Л.С. - М.: Издательство НГТУ им. Р.Е. Алексеева Н. Новгород, 2011.
2. Беляев, Е. С., Мальцев, И. М., Сорокин, В. К. Технология прокатки и спекания металлических порошков и сеток. Методические указания к лабораторным и практическим работам для студентов направления подготовки 22.04.01 «Материаловедение и технологии материалов» всех форм обучения / НГТУ; Сост.: Е.С. Беляев, И.М. Мальцев - Н. Новгород: НГТУ, 2017.

УДК 620.186.4

БАШКОВ А.А., ИВАНОВ С.В., АКУЛОВА А.А., КЛОЧКОВА Н.С.

СТРУКТУРНЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ В СТАЛЯХ В ПРОЦЕССЕ ИХ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе обработки сталей резанием происходят структурные превращения, которые влияют на их свойства. При резании широко используются твердосплавные пластины. Процессы трения и резания сопровождаются их поверхностным разрушением.

Основные виды структурных превращений: перлитное превращение – распад аустенита на феррито-цементитную смесь (феррит и цементит); бейнитное превращение – частичное диффузионное превращение аустенита в феррито-цементитную смесь; мартенситное превращение – бездиффузионное превращение аустенита в мартенсит.

Эти превращения зависят от температуры и скорости охлаждения. Они влияют на прочность, пластичность и вязкость сталей, а также на склонность к деформациям и образованию трещин.

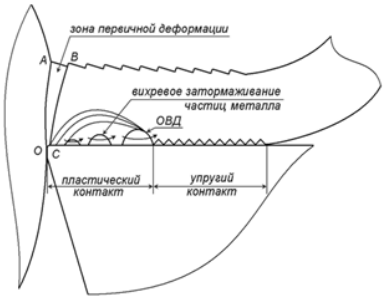
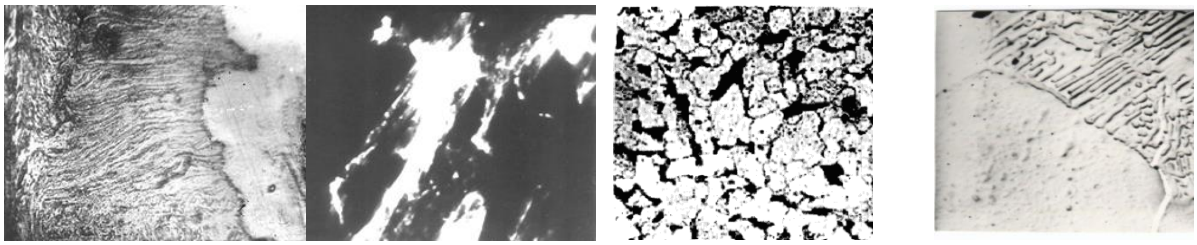


Рис. 1. Схема, иллюстрирующая процесс трения при резании

На рис. 1 представлена схема, иллюстрирующая процесс взаимодействия стружки с передней поверхностью инструмента при резании, сопровождающийся образованием заторможенных частиц металла (областей высокого давления-ОВД) вблизи режущего лезвия, и впоследствии формированием нароста.



а) б) в) г)

Рис.2. Микроструктура стали 20: а) на подошве нароста (х200), б) дислокационная структура в зоне вторичной деформации (х15000); в) исходная микроструктура (х300); г) исходная микроструктура (х3000)

На рис.2, *а* представлена микрофотография подошвы нароста, где видно, что по ее длине, структура деформированных объемов изменяется. В начале подошвы нароста наблюдается структура отпущенного мартенсита – бейнит. Далее видна структура стали, где зерна перлита вытянуты вдоль пластического течения. В конце подошвы нароста формируется область чистого феррита. Анализ показывает, что в процессе вторичной деформации в прирезцовом слое стружки формируется псевдоячеистая (фрагментированная) дислокационная структура, причем фрагменты дислокационной структуры подвергаются дальнейшему деформированию и вытягиваются по направлению сдвиговой деформации (рис.2, *б*). При этом ее структура не выявляется. На рис.2, *в* и 2, *г* приведены исходные структуры стали 20 при различных увеличениях.

УДК 669.715

БЕЛОВА Е.В., КОЛОСОВА Т.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ВЫСОКОПРОЧНОГО АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА 1933 С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.А лексеева

Особое значение в авиастроении имеют высокопрочные алюминиевые сплавы системы Al – Zn – Mg – Cu, характеризующиеся наивысшей прочностью и прокаливаемостью среди алюминиевых сплавов. Сплав 1933 представитель данной системы, отличается повышенной пластичностью и прокаливаемостью, благодаря введению циркония [1]. В части эксплуатационных характеристик – важным является коррозионная стойкость. Высокопрочные сплавы системы Al – Zn – Mg – Cu применяют только в искусственно состаренном состоянии по специально разработанным режимам, определяющие сопротивление сплавов коррозионному растрескиванию [2].

Были проведены эксперименты по исследованию режимов термической обработки Т1 (закалка при 470°С и одноступентчатое старение при 140°С) и Т2 (закалка при 470°С и двухступенчатое старение при 110°С и 170°С) на структуру и свойства высокопрочного алюминиевого сплава 1933.

Целью активного эксперимента было построение математической модели неполной третьей степени. Целью пассивного эксперимента было исследование структуры и свойств

сплава 1933, исследование коррозионной стойкости, получение корреляционных зависимостей. Данные представлены в табл.1.

Таблица 1

Матрица планирования экспериментов в натуральном масштабе с результатами исследования

№ опыта j	Значение факторов X_{ij}						Параметр оптимизации (твердость HRB)
	X_1		X_2		X_3		
	код	натуральное, °С	код	натуральное, °С	код	натуральное, охлаждающая среда	
Опыты на верхнем и нижнем уровнях							
1	+1	475	+1	145	+1	вода	65
2	-1	465	+1	145	+1	вода	66,5
3	+1	475	-1	135	+1	вода	51,4
4	-1	465	-1	135	+1	вода	64,1
5	+1	475	+1	145	-1	воздух	57,4
6	-1	465	+1	145	-1	воздух	53,4
7	+1	475	-1	135	-1	воздух	57
8	-1	465	-1	135	-1	воздух	54,1
Опыты параллельные на основном уровне							
9-1	+1	465	+1	145	+1	вода	64,2
10-2	+1	465	+1	145	+1	вода	66,6
11-3	+1	465	+1	145	+1	вода	62,2

В результате активного эксперимента удалось получить адекватную модель неполной второй степени при уровне значимости 0,05, связывающую параметр оптимизации – твердость с режимами термической обработки.

$$Y=58,24+ 2,34X_2+ 2,76X_3-2,26X_1X_3+ 2,41X_2X_3.$$

Из анализа модели следует, что наибольшее влияние на твердость сплава 1933 оказывает охлаждающая среда при закалке. Для достижения максимальной твердости все факторы следует выбирать на верхнем уровне.

В результате пассивного эксперимента были исследованы структура и свойства сплава 1933, коррозионная стойкость, а также получены корреляционные зависимости.

Микроструктура после закалки и старения по режиму Т1 и Т2 по своему составу не различается и состоит из α – твердого раствора легирующих элементов в алюминиевой матрице, дисперсных упрочняющих фаз η(MgZn2), T(Al2Mg3Zn3), S(Al2CuMg), θ(CuAl2), избыточные фазы с марганцем. Такая структура содержит основные упрочняющие фазы η(MgZn2), T(Al2Mg3Zn3), которые значительно повышают прочностные характеристики сплава.

Значение твердости после упрочняющей термической обработки:

- по режиму Т1 – 69 HRB,
- по режиму Т2 – 73 HRB.

Приведем результаты исследования сплава 1933 (Т2) на коррозионную стойкость.

1. При испытании в растворе NaCl обнаружена склонность сплава 1933 к межкристаллитной коррозии.

2. При сравнении испытаний в растворе NaCl и в растворе перекиси водорода, более агрессивным является раствор NaCl.

3.Склонность к коррозионному растрескиванию ни на одном образце не обнаружена.

Корреляционный анализ сплава 1933 показал следующее:

1) прямую и сильную корреляционную связь между сопротивлением коррозионному растрескиванию и твердостью;

2) прямую и сильную корреляционную связь между временным сопротивлением вдоль направления волокон и твердостью;

3) обратную и сильную корреляционную связь между относительным удлинением вдоль направления волокон и твердостью.

По результатам исследования можно сделать вывод о том, что для высокопрочного алюминиевого сплава 1933 для получения оптимальных структуры и свойств (механических и коррозионных) необходимо проводить термическую обработку по режиму Т2, заключающуюся в закалке при 470°С и двухступенчатом старение при 110°С и 170°С.

Библиографический список

1. **С.Г. Алиева.** Промышленные алюминиевые сплавы / С.Г. Алиева, М.Б. Альтман и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 2004. – 528с.
2. **А.И. Беляев.** Металловедение алюминия и его сплавов / А.И. Беляев, О.С. Бочвар и др. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 2014. – 280с.

УДК 621.762

БОРИСОВА А.А., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ЛЕГИРОВАНИЯ ОЛОВЯННЫХ БРОНЗ НА КОЛИЧЕСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФАЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оловянные бронзы используются в качестве связок для алмазосодержащего инструмента. Связка закрепляет алмазные зерна на поверхности рабочей части инструмента и должна обладать высокой износостойкостью, чтобы гарантировать долгий срок эксплуатации алмазосодержащего инструмента. Поэтому совершенствование свойств связки алмазного инструмента является важной задачей в настоящее время [1].

Метод порошковой металлургии обеспечивает равномерное распределение и прочное удержание зерен во всем объеме алмазоносного слоя, точную форму и размеры, высокую износостойкость инструмента [1].

Объектом исследования служили образцы оловянистых бронз, легированные хромом и никелем.

Для изготовления прессовок использовались порошки меди, хрома, никеля и олова. Было изготовлено 10 образцов с различным составом. Была принята следующая схема изготовления образцов холодное прессование шиты→вакуумное спекание→горячее доуплотнение [2].

Подготовка шихты для существенного изменения свойств шихты и, следовательно, свойств материала проводилась двумя различными способами:

– Смешивание в лабораторном баночном смесителе в течение 120 минут;

– Совместный помол в высокоэнергетической шаровой мельнице при скорости 600 мин$^{-1}$ в течение 120, 240 и 360 минут [2].

Целью исследования было определить влияние механического легирования на распределение избыточной второй фазы в микроструктуре образцов.

Количественная оценка соотношения фаз проводилась автоматизированными методами с помощью ThixometPro.

Для проведения анализа загружали фотографии микрошлифов образцов при увеличении 1000 раз. В цветовых гистограммах выбирали диапазон по уровню серого для второй фазы. Далее определялась объемная доля второй фазы.

На основании исследования было выявлено, что распределение второй фазы зависит от химического состава образцов, от времени помола в планетарной мельнице и от вида использованной шихты (после смешивания или после совместного помола).

Библиографический список

1. Сорокин В.К., Колосова Т.М., Костромин С.В., Беляев Е.С. Абразивные алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента: технология упрочнения и свойства // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 2. – С. 96-103;
2. Сорокин В.К., Шмелев Л.С. Технология изготовления и оборудование по производству порошковых и композиционных материалов и изделий. – 2011 –184с.

УДК 621

ВАГАНОВА З.А., ТРОФИМОВА И.Г.

ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ УРОВНЯ МИРОВОГО ОКЕАНА

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
"Школа с углубленным изучением отдельных предметов № 85"

Цель: выяснить причины изменения уровня мирового океана.

В данный момент мы наблюдаем наводнения в период потепления. Это заставило задуматься о том, что произойдёт с водной оболочкой Земли при глобальном потеплении. Было решено провести эксперимент с тремя одинаковыми тарелками. В тарелки было налито одинаковое количество воды, в воду было помещено по два кубика льда, которые имитировали айсберги. Из пластилина была сделана башня, наверху которой был кубик льда, имитирующий ледник. Гора с ледником также была помещена в воду. Все три тарелки были помещены в разные условия:

Тарелка 1: Холодильник (температура +15 °C, защищена от ветра).

Тарелка 2: Коробка возле батареи (температура +50 °C, защищена от ветра).

Тарелка 3: Шкаф (комнатная температура +24 °C).

Результаты:

№1: Скорость испарения около 1 мм/день.

№2: Скорость испарения около 5 мл/день.

№3: Скорость испарения около 3 мм/день.

Измерения уровня жидкости:

Измерение h, мм	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 тарелка	20	20	19,5	19,5	18	17,5	17	16	15	14	13	12
2 тарелка	20	18	16	14	9	4	0					
3 тарелка	20	19	18	17	16	15	13	11	9	6		

Вывод: Во всех трех случаях лед растаял быстрее чем испарилась вода. Также будет и при глобальном потеплении, ледники и айсберги растают быстрее, чем испарится вода, что повлечёт за собой наводнения. Исходя из эксперимента, можно сказать: скорость испарения зависит от температуры воздуха. Чем выше температура, тем быстрее испаряется вода.

В исследовании были рассмотрены изменения, связанные с повышением уровня воды в Мировом океане. В ходе эксперимента подтвердилась зависимость скорости испарения воды от температуры. Анализ литературных сведений показал, что уровень Мирового океана повышается в последние десятилетия из-за таяния ледников, увеличения температуры воды и потепления климата. Глобальное потепление значительно влияет на повышение уровня Мирового океана. Средняя температура на Земле увеличилась на 1 градус Цельсия за последние сто лет, что может привести к серьёзным последствиям в будущем. Для решения проблемы специалисты рекомендуют снизить выбросы парниковых газов и разработать технологии для

улавливания и хранения углекислого газа, а также использовать возобновляемые источники энергии.

Библиографический список

1. https://smotrim.ru/article/1364006
2. https://www.shkolazhizni.ru/world/articles/107599/
3. https://hi-news.ru/research-development/chetyre-sposoba-ostanovit-globalnoe-poteplenie.html

УДК 669

ВАСИЛЬЕВА Ю.А., БАЖЕНОВ Е.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТВЕРДОСТИ И ИЗНОСОСТОЙКОСТИ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИЗДЕЛИЙ ХОЛОДНОЙ ПРОКАТКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Эксплуатационные характеристики прокатных валков оказывают значительное влияние на производительность прокатных станов, качество и себестоимость готовой продукции.

Актуальность проблемы заключается в повышении срока службы изготовляемого изделия путем повышения износостойкости с помощью лазерной поверхностной обработки.

Исследования проводились на образцах из стали Х12М. В ходе проведения исследований сравнивались технологии, которые применяются для повышения показателей поверхностной износостойкости. Первый метод является традиционной термической обработкой, который использовался для образца №1 и представляет собой закалку при 970 ºС в масло, и последующий отпуск при 200 ºС. Среднее значение твердости по шкале HRC составляет 60,36±0,73. Первый образец принимается за эталон. Все полученные данные в ходе эксперимента сравнивались с данными первого образца. Далее для образцов производили лазерную обработку, режимы которой указаны в табл. 1.

***Таблица 1*. Режимы лазерной обработки**

№ образца	Режимы лазерной обработки		
	Мощность *P*, Вт	Длительность воздействия, мс	Напряжение U, В
2 (Режим А)	100	6	250
3(Режим Б)	100	4,5	270
4(Режим В)	125	4,3	300
5(Режим Г)	150	5	300
Неизменные параметры для каждого режима обработки			
Скорость перемещения лазерного луча, мм/с		7	
Диаметр пучка, мм		1	
Частота, Гц		15	

Так как при обработке образцов №2, №3 и №4 микроструктура имеет схожее строение и не наблюдается наличие каких-либо дефектов, то особое внимание уделяется значениям микротвердости.

При использовании режима А не наблюдается существенных изменений микротвердости. Из этого можно сделать вывод, что параметры данного режима не позволяют производить закалку для данной стали. Режимы Б и В, которые использовались для обработки образцов №3 и №4 приводят к увеличению значений микротвердости. При использовании режима Б глубина упрочненного слоя составляет 0,14 мм, а при использовании режима В глубина упрочненного слоя составляет 0,29 мм. При использовании режима Г наблюдается появление трещин, которые возникли из-за повышенных внутренних напряжений.

По результатам полученных данных были выбраны оптимальные режимы лазерной закалки и разработана технология для повышения износостойкости оснастки из стали Х12М.

---

1. Григорьянц А. Г., Шиганов И. Н., Мисюров А. И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.:МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2008. – 664 с.

УДК 620.186

ВАСЯНКИН Д. И., ХЛЫБОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ НА СТРУКТУРУ И СВОЙСТВА ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ЭП741

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Технология горячего изостатического прессования (ГИП) позволяет изготовить беспористые изделия с высоким комплексом физико-механических характеристик. По сравнению с другими технологиями ГИП имеет определенное преимущество перед технологией точного литья по выплавляемым моделям, которая также обеспечивает получение деталей высокой сложности, однако в таких деталях возникают объемы с повышенной пористостью, рыхлотами и другими дефектами.

Технология горячего изостатического прессования представляет собой комбинированное воздействие на обрабатываемый материал достаточно высоких давлений и температур с выдержкой в течение времени, необходимого для компактирования [1]. Технологическая схема ГИП состоит из следующих этапов: 1) изготовление порошка; 2) засыпка порошка в капсулу; 3) дегазация (удаление газов из порошка); 4) заварка капсулы в газостате, где осуществляются процессы прессования и спекания; 5) удаление капсулы и механическая обработка изделия. Процесс реализуется в специальных устройствах – газостатах. В качестве среды, передающей давление на заготовку, используется газ (как правило, аргон) [2]. Технология ГИП активно применяется для производства материалов из жаропрочного никелевого сплава ЭП741.

Сплав ЭП741 является жаропрочным никелевым сплавом, отличающийся повышенной стабильностью и воспроизводимостью свойств, успешно применяется в дисках компрессоров и турбин двигателей.

Цель работы: исследование влияния ГИП на структуру и физико-механические свойства жаропрочного никелевого сплава ЭП741.

На рис. 1 представлен график распределения плотности по сечению заготовки.

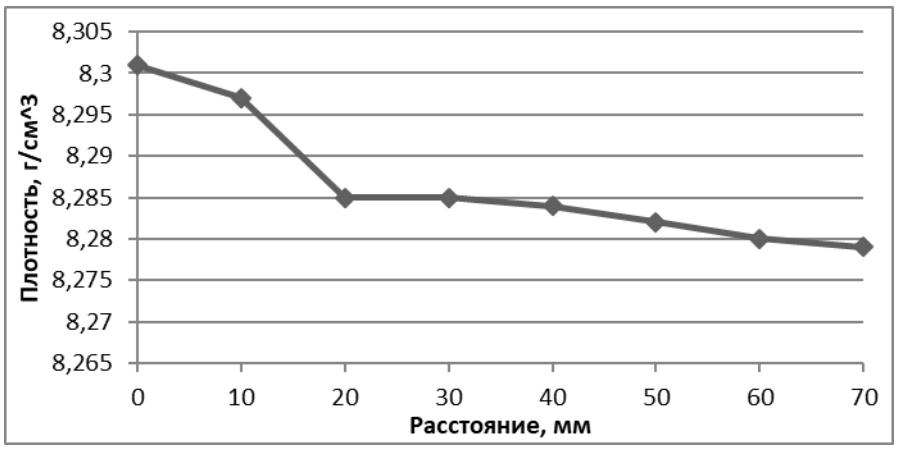


Рис. 1. Распределение плотности по сечению заготовки из сплава ЭП741

Библиографический список

1. Влияние технологии ГИП на структуру и свойства никелевого сплава ВЖ 159 / Хлыбов А.А., Беляев Е.С., Рябцев А.Д., Беляева С.С., Гетмановский Ю.А., Явтушенко П.М., Рябов Д.А. // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. 2021. Т.19. №3. С. 75–83.
2. Yunsong Zhao, Siliang He, Longfei Li. Application of Hot Isostatic Pressing in Nickel-Based Single Crystal Superalloys // Crystals. 2022. №12. С. 1-17.

УДК 666.3.016

ГРУЗДЕВА А.С., БЕЛЯЕВ Е.С.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ЭНСТАТИТОВОЙ (СТЕАТИТОВОЙ) ЭЛЕКТРО-КОНСТРУКЦИОННОЙ КЕРАМИКИ НА БАЗЕ МИКРОТАЛЬКОВ

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стеатитовая (клиноэнстатитовая) керамика – керамика, полученная на основе системы $MgO\text{-}SiO_2$. Основной кристаллической фазой является метасиликат магния $MgSiO_3$ или клиноэнстатит, благодаря которой керамика и получила свое название[1]. Производство стеатитовых масс в нашей стране затруднено. Это связано с тем, что Россия по объемам производства талька стоит на одиннадцатом месте среди стран-производителей и отличается выпуском очень низкосортной продукции [2]. В настоящее время, стеатитовая керамика является перспективным материалом, заменяющим классические материалы во многих областях промышленности. Стремительное развитие ядерной промышленности в последние десятилетия подчеркнуло важность использования надежных и безопасных материалов в данной отрасли. Среди них, стеатитовая керамика занимает особое место благодаря своим высоким термоизоляционным и механическим свойствам.

Целью данной работы является отработка технологии изготовления стеатита и исследование свойств полученной стеатитовой керамики из микротальков.

В качестве материала исследования применялись тальки марки ТМК-28 ГОСТ 21234-75 и РТ-20 ТУ 5727-001-57634121-2006 Киргитейского месторождения, кальциево-натриевый бентонит ГОСТ 28177-89, каолин марки КБЕ-2 ТУ 5729-071-00284530-96, углекислый барий $BaCO_3$ ГОСТ 4158-80**,** глинозем Al_2O_3 ТУ 6-09-426-75, оксид кремния SiO_2ТУ 6-09-3644-74.

В ходе проведения эксперимента была разработана технология получения стеатитовой керамики из Российского сырья.

Были проведены исследования электрических и механических свойств полученной стеатитовой керамики. Также был проведен рентгенофазовый анализ образцов на дифрактометре TD-3700.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

- разработали экспериментальную технологию изготовления изделий из стеатитовой керамики;
- с повышением содержания каолина в составе стеатитовой керамики улучшаются ее эксплуатационные свойства, а именно с ростом содержания каолина растет плотность, электрическая прочность, емкость и тангенс угла диэлектрических потерь, а также прочность на изгиб;
- наиболее оптимальным при производстве керамики является стеатит с содержанием более 2% каолина, потому что данные образцы обладают наилучшими эксплуатационными свойствами, такими как плотность, электрическая прочность, прочность на изгиб;
- стеатит, состоящий из талька марки РТ-20, обладает наиболее лучшими свойствами чем стеатит, имеющий в своем составе тальк марки ТМК-28, который при повышении температуры становится более худшим диэлектриком, также данные образцы имеют более низкую плотность, прочность на изгиб и тангенс угла диэлектрических потерь. Это связано с высокой реакционной способностью талька РТ-20, так как его дисперсность выше дисперсности талька марки ТМК-28;
- при достаточно высокой дисперсности талька каолин для образования клиноэнстатита можно вводить в виде его высокодисперсных исходных компонентов без ухудшения свойств керамики.

Библиографический список

1. А.С. Толкачева, И.А. Павлова. Общие вопросы технологии тонкой керамики: учеб. пособие— Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. — 184 с.
2. А.С. Толкачева, И.А. Павлова. Технология керамики для материалов электронной промышленности: учеб. пособие. В 2 ч. Ч. 1 — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2019. — 124 с.

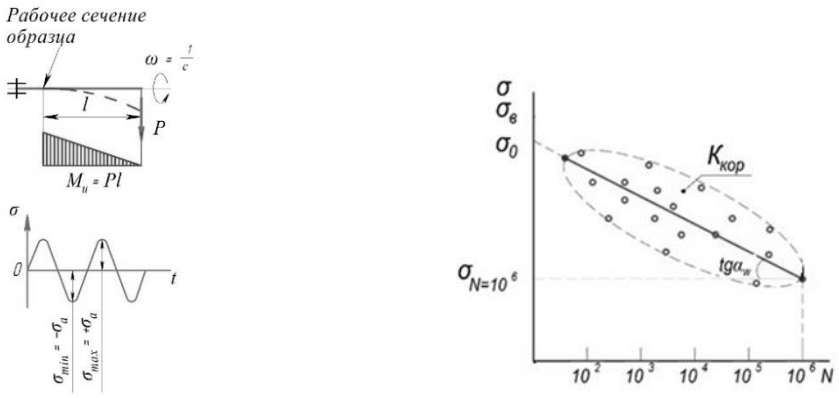
УДК 620.18

ГУЛИН И.А., ХЕХНЕВ М.А., МЫЛЬНИКОВ В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ НА УСТАЛОСТЬ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Исследованы образцы экспериментального дисперсно-упрочненного композиционного материала на основе алюминия, полученного методом внутреннего окисления [1-2], на усталость при нагружении по «мягкой» схеме консольного изгиба цилиндрических вращающихся образцов в условиях симметричного цикла (рис. 1,*а*). Комплексную оценку сопротивления усталости материала производили, используя систему параметров, предложенных в работе [3]. На рис. 1,*б* схематически изображена кривая усталости, точки на рисунке показывают значения напряжений в МПа и долговечностей в количествах циклов нагрузки при которых произошло разрушение образцов. Пунктиром обозначена область разброса экспериментальных данных. Степень сходимости полученных экспериментальных данных с построенной кривой усталости определяли с помощью коэффициента корреляции.



а *б*

Рис. 1. Схематическое изображение: *а* – вид нагружения образцов при усталостных испытаниях; *б* – система показателей оценки поведения материалов при испытаниях на усталость

Полученные экспериментальные значения, достаточно плотно располагаются к линии аппроксимации, наблюдается незначительный разброс данных во всем диапазоне долговечности, что можно охарактеризовать как достаточно высокую стабильность поведения исследуемого материала под действием знакопеременных нагрузок, что подтверждается высоким значением коэффициента корреляции и свидетельствует о высокой стабильности структурно-чувствительных свойств данного композита.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, https://rscf.ru/project/22-13-20009/»

Библиографический список

1. **Mylnikov, V. V.** Investigation of thermophysical processes of obtaining various aluminum matrix composites / V. V. Mylnikov, A. I. Pronin, M. V. Mylnikova [et al.] // Technical Physics. – 2023. – Vol. 68, No. 1. – P. 26-32. – DOI 10.21883/TP.2023.01.55436.218-22. – EDN OJBCOH.
2. **Мыльников, В. В.** Особенности применения дисперсно-упрочненных композиционных материалов, полученных по технологии внутреннего окисления для строительных конструкций / В. В. Мыльников, О. Б. Кондрашкин, И. А. Гулин // Приволжский научный журнал. – 2023. – № 1(65). – С. 65-71. – EDN VAXFLQ.
3. **Мыльников, В. В.** Влияние частоты нагружения на усталость конструкционных материалов / В. В. Мыльников // Наука и техника. – 2019. – Т. 18, № 5. – С. 427-435. – DOI 10.21122/2227-1031-2019-18-5-427-435. – EDN QHSTSM.

УДК 669

ДИКУШИНА А.Д., ЧЕЭРОВА М.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УПРУГИХ ХАРАКТЕРИСТИК МАЛОУГЛЕРОДИСТЫХ СТАЛЕЙ РАЗЛИЧНЫМИ МЕТОДАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пружинные стали и сплавы широко используются в современном машиностроении главным образом в виде силовых упругих элементов. Основным качеством их эффективной работы являются стабильные упругие характеристики, одним из важнейших показателей которых – модуль Юнга.

В настоящее время появляются новые, более совершенные, методики определения модуля упругости с целью уменьшения расхождения результатов и выявления влияющих на

них факторов. В данной работе исследуется влияние различных экспериментальных методик на получаемые значения эффективного модуля Юнга малоуглеродистых сталей.

Методика эксперимента. Исследованию подвергались образцы из сталей ст3 и 20А, находящиеся в нормализованном состоянии. Модуль Юнга определяли статическими (испытание на растяжение, инструментальное наноиндентирование) и импульсными (акустический способ) методами. Испытания на растяжение проводились на плоских образцах типа 2, изготовленных в соответствии с ГОСТ 1497 «Металлы. Методы испытаний на растяжение». Модуль упругости определяли с помощью тензометров, установленных на УМ-10ТМ. Инструментальное индентирование образцов проводили на установке Fischerscope HM2000. Параметры индентирования: верхний предел испытательной нагрузки 2Н; предел глубины индентирования до 4 мкм; радиус скругления четырёхгранного индентора Виккерса R = 0,22 мкм; время выдержки под постоянной нагрузкой – 20 с. Акустическое определение модуля Юнга осуществляли на основе зависимости, связывающей его значение со скоростями распространения продольных V_L и поперечных V_T волн в материале:

$$E = \rho V_T^2 \left(\left(3V_L^2 - 4V_T^2 \right) \Big/ V_L^2 - V_T^2 \right),$$

где ρ – плотность материала, кг/м^3.

Результаты исследования представлены в табл.1

Таблица 1

Значение модуля Юнга для исследуемых сталей, определённого различными методами

Методы определения	Значение Е, ГПа	
	для стали Ст.3	для стали 20А
Статические		
Испытание на растяжение	236	246
Инструментальное наноиндентирование	161	157
Импульсные		
Акустический метод	227	215
Согласно справочным данным	***200***	***216***

Выводы. Установлено, что ультразвуковое исследование обеспечивает более точные результаты измерения модуля Юнга, чем другие рассмотренные методы. Для снижения погрешностей измерения, расхождений в получаемых результатах необходимо правильно и тщательно проводить подготовку образцов для исследований.

Библиографический список

1. Францевич И.Н., Воронов Ф.Ф., Бакута С.А. Упругие постоянные и модули упругости металлов и неметаллов. Киев: Наукова Думка, 1982. 286 с.
2. Головин С.А., Пушкар А., Левин Д.М. Упругие и демпфирующие свойства конструкционных металлических материалов. Москва: Металлургия, 1987. 190 с.

УДК621.762

ЖАРИНОВА И.А., БЕЛЯЕВ Е.С.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ НА БАЗЕ ПОРОШКА ЖЕЛЕЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕХНОЛОГИИ НАУГЛЕРОЖИВАЮЩЕГО СПЕКАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивное развитие производства изделий из металлических порошков, наблюдаемое в последнее время, связано с особенностями порошковой технологии, объединяющей в

одном процессе получение материала и изделия. Применение в качестве исходного сырья порошков чистых металлов, их сплавов, неметаллических материалов позволяет разрабатывать и внедрять в производство новые материалы с разнообразным комплексом физико-механических свойств.

Технологические приемы порошковой металлургии дают возможность получать изделия, которые могут работать в условиях, где детали, изготовленные традиционными способами, оказываются неработоспособными. Применение порошковых технологий в производстве деталей общемашиностроительного назначения резко повышают производительность труда, значительно снижает потери материалов, сокращает расход энергии.

Спекание, как неотъемлемый этап технологии порошковой металлургии, позволяет получить изделия с определенной структурой и соответствующими физико-механическими, гидравлическими и химическими свойствами. Поэтому разработка технологии, позволяющей снизить температуру спекания или уменьшить его продолжительность, - весьма актуальная проблема, один из путей решения которой - использование науглероживающего спекания.

Целью работы является проведение исследования влияния науглероживающего спекания на формирование структуры и свойств порошковых материалов на базе железа, а так же разработка рекомендаций, направленных на улучшение эксплуатационных характеристик изделий из порошковых конструкционных сталей непосредственно после спекания.

Согласно методике методом холодного прессования в закрытой пресс-форме были изготовлены экспериментальные образцы на основе порошка железа марки ПЖРВ с добавлением оксида железа и/или поликристаллического алмазного порошка RDDM и их последующим спеканием. Спекание прессовок осуществлялось в герметичном контейнере, наполненный твердым древесноугольным карбюризатором ГОСТ 2407-83. Для герметизации контейнера использовался шамотный мертель. Контейнер с прессовками устанавливался в холодную печь и нагревался до температуры 900 ^{0}C и 1100 ^{0}C с выдержкой 90 минут. После контейнер охлаждался до температуры 700 ^{0}C в печи, затем на спокойном воздухе.

Измерены пористость до и после спекания, определены значения усадки в процентах, микротвердость, а также твердости по Бринеллю.

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

1. Совместное проведение процессов науглероживания и спекания способствуют получению углеродистой стали с необходимыми структурой и свойствами. Процесс цементации в данном случае идет по всему объему, так как прессовки имеют пористую структуру. Благодаря распределению пор цементуемый газ поступает в центр детали. Такая технология позволяет насыщать поверхность углеродом в процессе спекания. Получение заготовок с повышенным содержанием углерода и высокой плотностью является актуальной научно-технической задачей.
2. Добавление порошка оксида железа препятствует росту зерна, а так же образованию карбидной сетки.
3. Получение оптимальной структуры достигается благодаря одновременному введению синтетических алмазов и порошка оксида железа при температуре спекания 1100ºС.

Библиографический список

1. Сафонов, А. В. Кинетика углеродотермического восстановительного обжига железотитановых концентратов / А. В. Сафонов, Н. Ф. Якушевич, А. В. Назаров, В. Н. Щадрин // Известиявузов. Черная металлургия. – 2004. – № 10. – С. 3 – 4.

2. Шопина Е.В., Сухов И.Р. Получение инструмента методом порошковой металлургии в сборнике: Энергосберегающие технологические комплексы и оборудование для производства строительных материалов. Межвузовский сборник научных статей. Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2017. - 444-448 с.

3. Исследование влияния оксидной фазы на процесс инфильтрации композиций из высокодисперсного пористого железа [Текст] / Е. В. Кобылина, В. А. Довыденков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Материалы. Конструкции. Технологии. - 2019. - № 1 (9). - С. 7-14

УДК 531

ЗОТОВА И.А., НАЗАРОВ Д.А., СОКОЛОВА Г.М., ЯШИНА Н.Ф.

ИССЛЕДОВАНИЕ УПРУГИХ СВОЙСТВ СТАЛЬНОЙ ПРОВОЛОКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Как известно, упругий гистерезис наблюдается при циклически изменяющихся напряжениях [1]. Явление упругого гистерезиса свойственно всем реальным твердым телам. При деформации тел внешняя сила, вызывающая деформацию, совершает работу: положительную при увеличении и отрицательную, при уменьшении нагрузки. В случае реальных тел эти работы не одинаковы по модулю. Процессы нагрузки и разгрузки происходят через совокупность несовпадающих состояний тела. Таким образом, при циклическом процессе кривая зависимости нормального напряжения от относительной деформации $\sigma(\varepsilon)$ будет иметь вид замкнутой петли (упругий гистерезис). При периодически меняющейся деформации за каждый цикл выделяется тепло, пропорциональное площади петли гистерезиса. Большая площадь петли свидетельствует о больших тепловых потерях. Для уменьшения нагрева особо ответственные детали машин, подверженные циклическим напряжениям делают из сортов стали с малой петлей упругого гистерезиса.

Проблеме механических свойств различных материалов при циклических нагрузках посвящено немало публикаций. Упругий гистерезис при малых деформациях стали, например, исследуется в работе [2] на примере тонкой пластинки.



В предлагаемой работе исследовалась деформация растяжения тонкой стальной проволоки. Измерения проводились на учебной лабораторной установке. На рисунке приведен экспериментальный график, части петли упругого гистерезиса, полученный при увеличении и уменьшении нагрузки на проволоку. Численная оценка тепловых потерь в ходе реализованного процесса. составила 1,4 мДж. Этого количество энергии достаточно, чтобы проволока, используемая в эксперименте, нагрелась на $1{,}5 \cdot 10^{-3^\circ}\,\mathbf{C}$.

Для многих реальных тел при медленных темпах нагрузки остаточные деформации очень малы. Результат эксперимента подтверждает существующие представления об упругих свойствах материалов.

Библиографический список

1. С.Э. Хайкин/Физические основы механики: учебное пособие/ С.Э. Хайкин. – СПб: Лань, 2008. – 768 с.
2. Б.Б. Мыцык, Механические свойства стали 20 при малых деформациях/ Б.Б. Мыцык, Я.П. Кость, Б.И. Турко, Г.И. Гаськевич // Физика твердого тела. - 2015, Т.57, в.8. – С. 1539-1543.

УДК 669

КОВШОВ Е.Д., МЕЛЬНИЧЕНКО О. П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН РАЗРУШЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ СВАРНЫХ ПОЛОТЕН ЛЕНТОЧНЫХ ПИЛ ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оценка причин разрушения ленточных пил китайского производства проводилась на основании металлографических исследований их сварных соединений.

Исследуемые образцы представляли собой сварные соединения двух половин ленточной пилы, при этом установлено, что необходимые режущие свойства пилы достигаются не за счёт термообработки зубьев, а за счёт сварки металла тела пилы с другим металлом, имеющим в своей структуре высокодисперсную карбидную фазу. Между основным металлом пилы и кончиком зуба наблюдается область, подвергшаяся расплавлению мощным быстродвижущимся источником тепловой энергии с последующей кристаллизацией, на что указывает наличие внешней чешуйчатости этой области, что характерно для сварных швов. Чешуйки повторяют форму изотерм с температурой, равной температуре плавления металла. Чётко выражены хвостовая и головная часть закристаллизовавшейся сварочной ванны. Ширина области расплавления составляет 0,37-0,39 мм.

Сварной шов тела ленточной пилы с металлом, имеющим в своём составе карбидную фазу, находится в области зуба и не оказывает влияния на процесс контактной стыковой сварки оплавлением двух половин ленточной пилы.

При металлографическом исследовании сварного соединения полотна ленточной пилы, полученного методом контактной стыковой сварки оплавлением, установлено следующее. В верхней и нижней части сварного шва наблюдаются дефекты в виде несплошностей по линии течения металла, расположенные вдоль вертикальной ферритной прослойки и возникшие, по видимому, при формировании сварного соединения.

Согласно [2], наличие белых нетравящихся полосок феррита – это не только структурный контраст. В них обнаруживаются несплошности по типу микротрещин, микрорасслоений по межфазным границам структурных составляющих. В изломе они фиксируются в виде округлых пятен – «островков» несплавления.

Проведённые исследования позволяют определить наиболее значимые факторы, ответственные за разрушение ленточных пил при эксплуатации и наметить пути оптимизации технологии их сварки с целью повышения качества сварных соединений.

Библиографический список

1. Материаловедение: учебник для высших технических учебных заведений. Б.Н. Арзамасов, И.И. Сидорин, Г.Ф. Косолапов и др.; Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 384 с., ил.
2. Кочергин К.А. Контактная сварка. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отделение. 1987. – 240 с.: ил.

УДК 624.21

КОРПУСОВА А.В., БЕЛЯЕВ Е.С.

МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ ГАДФИЛЬДА ПОСЛЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДЕФОРМАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высокомарганцовистая сталь Гадфильда нашла широкое применение в машиностроении для изготовления изделий, которые должны выдерживать и поглощать ударные нагрузки без потери работоспособности. Из данной стали изготавливают корпуса вихревых и шаровых мельниц, щеки дробилок, трамвайные и железнодорожные стрелки и крестовины, гусеничные траки, звездочки, зубья ковшей экскаваторов и другие детали, работающие на ударный износ.

Столь широкое применение обусловлено уникальными свойствами стали Гадфильда: сталь является стойкой к деформационным процессам, обладая высокой степенью пластичности и ударной вязкостью, а также характеризуется низким пределом текучести, составляющим примерно одну треть от предела прочности. Поэтому исследование такой стали актуально и по сей день.

Объектом исследования являлся образец стали 110Г13Л. Образцы стали получают литьем, после литья, для достижения требуемой структуры, образец подвергали закалке от температуры 1100-1200°С с последующим охлаждением в воде. После закалки образцы стали деформировали с помощью универсальной машины на растяжение на 15%.

После деформации их поверхность была подготовлена для измерения твердости (две стороны образца были приведены в плоскопараллельное состояние при помощи электроэрозионной резки) и были приготовлены металлографические шлифы методом шлифования и полирования, а также химического или электрохимического травления.

На образцах, подготовка которых сводилась к получению двух плоскопараллельных сторон, было получено распределение твердости по Бринеллю, на образцах микрошлифов после травления было получено распределение микротвердости по Виккерсу на приборе ПМТ-1.

Также на приготовленных микрошлифах после травления проводились металлографические исследования с помощью цифрового микроскопа Keyence VHX-1000 при увеличении х500, а также на электронном растровом микроскопе WIN SEM A6000 с EDS модулем при увеличении до х5000.

В результате проведенных исследований было установлено, что твердость по Бриннелю и микротвердость по Виккерсу на поверхности стали после деформирования, распределяется неравномерно. На распределение твердости и микротвердости в образцах после деформирования могут влиять следующие факторы:

1) границы зерен, так как они имеют более высокую прочность и твердость, нежели само зерно;
2) ориентация зерна в плоскости отпечатка;
3) неоднородные субструктуры (двойники, полосы деформации).

Выводы: по результатам исследований установлено наличие неоднородности твердости на поверхности деформированной стали и сделаны предположения о причинах этого явления. Вероятность того, что причины возникновения неравномерной твердости носят комплексных характер, велика. В этом случае необходимо установить вклад каждого из предложенных нами факторов или найти новые в формирование твердости стали Гадфильда.

Библиографический список

1. Износ и износостойкие материалы : учеб. пособие / М. А. Филиппов, А. В. Макаров, О. Ю. Шешуков, О. И. Шевченко, А. А. Метелкин ; Мин-во науки и высш. образования

РФ ; ФГАОУ ВО «УрФУ им. первого Президента России Б. Н. Ельцина», Нижнетагил. технол. ин-т (фил.). – Нижний Тагил : НТИ (филиал) УрФУ, 2019. – 372 с.;
2. Металловедение: Учебник / А.П. Гуляев, А.А. Гуляев. - 7-е изд.,перераб.и доп. - М. : Альянс, 2011. - 644 с.;
3. Исследование изменения структуры при термической обработке стали Гадфильда / А. З. Исагулов, А. Б. Ахметов, Г. Д. Кусаинова, А. А. Акимбекова // Труды университета. – 2017. – № 3(68). – С. 33-35.

УДК 621.762

МАНЕРОВА М.А., МАЛЬЦЕВ И.М

ИССЛЕДОВАНИЕ И ТЕХНОЛОГИЯ ДЕТАЛИ «ВТУЛКА» ИЗ ОКСИДА АЛЮМИНИЯ ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

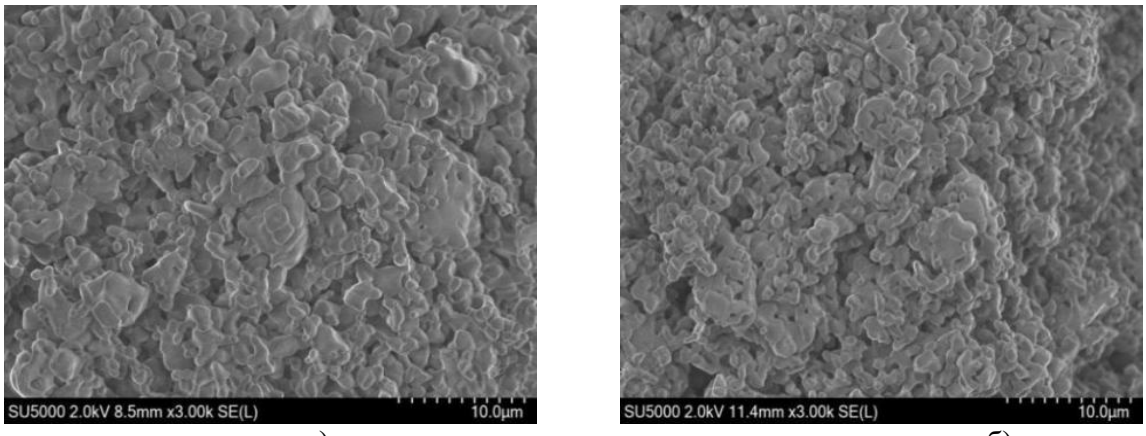
Обычная керамика из оксида алюминия привлекла большое количество исследований из-за ее неокислительной, коррозионной, противоизносной и устойчивой к высоким температурам керамики. Однако широкое применение керамики из оксида алюминия ограничено из-за температуры ее спекания (выше 1700 ℃), низкой ударной вязкости и высокой хрупкости, что затрудняет промышленное производство.

Температура и процесс являются двумя ключевыми элементами приготовления керамики из нанооксида алюминия. Высокая активность порошка определяется спеканием, а рост зерен – процессом спекания. Поэтому изучение свойств спекания нанопорошка оксида алюминия и его применения имеет большое значение, тем самым повышая социальную выгоду, экономическую ценность и, соответственно, актуальность.

Здесь изучались свойства спекания индивидуального порошка нанооксида алюминия по данной процедуре путем уменьшения размера частиц порошка оксида алюминия, увеличения энергии активации поверхности и снижения температуры спекания. Эффект замены γ-Al_2O_3 к α-Al_2O_3 качественно изучается в процессе спекания.

В процессе исследования анализатор лазерной дифракции измерял распределение частиц по размерам в двух порошках (LA-960, Seishin Enterprise Co. Ltd, Япония). Анализ рентгенограмм и дифракционных пиков характеризует кристаллическую фазу спеченных образцов.

В ходе работы два типа спеченных образцов оксида алюминия были охарактеризованы с помощью СЭМ (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. СЭМ-изображение спеченных образцов:
а) α-Al_2O_3 (×3000); б)γ-Al_2O_3 (×3000).

Результаты рентгеноструктурного анализа показывают, что структура α-Al_2O_3 не изменяется в процессе спекания с той же интенсивностью и формой пика по сравнению с порошком до спекания. Еще один интересный момент заключается в том, что структура спеченного γ-Al_2O_3 сильно отличается от порошка перед спеканием, но такой же, как у α-Al_2O_3. Кристаллическая структура нано-γ-Al_2O_3 порошка после спекания по данной методике спекания превращается в нано-α-Al_2O_3 [1].

По результатам сравнения сканирующей электронной микроскопии нано-α-Al_2O_3 и нано-γ-Al_2O_3, частицы порошка агрегируются, а сферические порошки связываются, образуя пластинчатую структуру. Тем не менее, явление агрегации хлопьев недостаточно плотное, и наблюдается расслоение. Нано γ-Al_2O_3 порошок намного компактнее нано α-Al_2O_3 порошка [2].

Библиографический список

1. Цзя К.Л., Лю С.К., Чжоу С.Х. и др. (2020) Прогресс в подготовке и применении нано порошок глинозема. Китайская керамика, 56(03): 8-12.
2. Матренин С.В., Слосман А.И. Техническая керамика: Учебное пособие. – Томск: Изд-во ТПУ, 2004

УДК 669.713.017:538.9

МИТЕНЕВА Н.Н., Нуждина Т.В., Чеэрова М.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ НАПРАВЛЕННОГО ВЛИЯНИЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ НА ХАРАКТЕР СТРУКТУРНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА И ФОРМИРОВАНИЕ ЕГО МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время не снижается интерес по изучению влияния слабых магнитных полей на характеристики и свойства различных материалов. Под их действием изменяются микротвердость, внутреннее трение, предел прочности и другие макроскопические свойства [1] в ионных кристаллах, полупроводниках, металлах, молекулярных кристаллах, полимерах. Однако в литературе имеется недостаточно информации по влиянию слабого магнитного поля на микротвердость сплава Д16.

В связи с этим, целью данной работы является экспериментальное исследование влияния частоты и времени импульсного магнитного поля на микротвердость и микроструктуру закаленно-состаренного алюминиевого сплава Al–Cu–Mg (Д16).

Объектом исследования являлись цилиндрические образцы из деформируемого алюминиевого сплава Д16. Проводилась термическая обработка: закалка (T=500°C, τ=1ч) и искусственное старение (T=180°C; τ=10ч). Параметры режимов термомагнитной обработки и результаты исследований представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты измерения микротвердости - $HV_{0,1}$

Термическая обработка	Термомагнитная обработка							
Закалка+ искусственное старение	Закалка+старение+МИО				Закалка+МИО			
	4мин.; 5 Гц	8мин.; 10 Гц	8мин.; 5 Гц	4мин.; 10 Гц	4мин; 5 Гц	8мин; 10 Гц	8мин; 5Гц	4мин; 10Гц
1146	1094	1237	1254	1182	997	1167	1121	1093

Наилучший результат по получению максимального значения микротвердости был достигнут у образца с режимом: закалка + старение + МИО (8 мин.; 5 Гц). И близкое к этому значение микротвердости у образца: закалка + старение + МИО (8 мин.; 10 Гц). Обнаружено, что проведение МИО без предварительного старения оказывает меньшее влияние на рост микротвердости, чем со старением. С целью определения существенного влияния времени и частоты МИО на микротвердость обработанных образцов был рассчитан двухфакторный дисперсионный анализ. Было установлено, что частота МИО оказывает более сильное влияние, чем время воздействия импульса.

Микроструктурный анализ не показал видимых изменений термомагнитной обработки при сравнении с образцом в исходном (закаленном) состоянии, что может быть объяснено образованием когерентных или полукогерентых частиц, не видимых в оптический микроскоп при микроструктурном анализе.

Результаты рентгеновских исследований на приборе ДРОН-2 показали, что увеличение времени выдержки МИО приводит к появлению избыточных фаз AlMgCu, Al_2Cu и в небольшом количестве - Mg_2Si, однако эти фазы на рентгенограммах фиксируются линиями слабой интенсивности и имеют «размытый» характер, что затрудняет определение их абсолютной величины.

В настоящее время работа продолжается. Планируется проведение исследований, связанных с измерением деформационных характеристик сплава после проведения МИО.

Библиографический список

1. Осинская Ю. В., Покоев А. В., Магамедова С. Г.//Влияние частоты импульсного магнитного поля на старение алюминиевого сплава Al–Si–Cu–Fe -2021 г. №7. С 1025-1030
2. В.В. Шляров, Д.В. Загуляев, В.Е. Громов Влияние магнитных полей на структуру и физико-механические свойства алюминия // Вестник науки. — 2018. — № 1. — С. 98-103.

УДК 620.18

[1]МЫЛЬНИКОВА М.В., [2]ПРОНИН А.И., [3]ЗАХАРЫЧЕВ Е.А., [1]МЫЛЬНИКОВ В.В.

О КОМПЛЕКСНОМ ПОДХОДЕ ИССЛЕДОВАНИЙ АЛЮМОМАТРИЧНЫХ КОМПОЗИТОВ

[1]Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет
[2]Комсомольский-на-Амуре государственный университет
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

В настоящее время для всестороннего изучения и диагностики материалов всё чаще используются комплексные подходы исследований. При выборе исследовательских методов из которых организуется комплексный подход исследования, необходимо определить наиболее взаимосвязанные и коррелирующие между собой параметры наиболее интересующих свойств материалов, которые позволят оперативно выявить функциональное соответствие и перспективы дальнейшего применения новых материалов. В представленной работе исследовали экспериментальные дисперсно-упрочненные композиционные материалы на основе алюминия [1-2]. Т.к. обычно основные составляющие общей задачи (в постановке нашего исследования это предварительная оценка функциональных свойств: комплекс механические свойства – технологические свойства) подразумевают под собой большое количество частных задач (определение сил резания и их составляющих), где также уместны различные вариации методов в том числе из смежных наук (виброакустическая эмиссия и динамический

метод) в условиях достижения требуемых значений величин (минимальных силы и шероховатости).

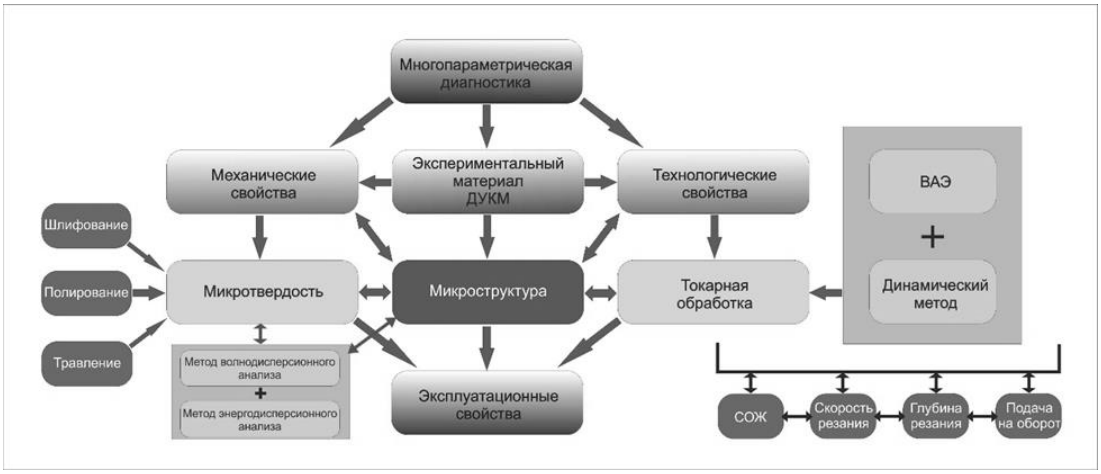


Рис. 1. Схема реализуемого комплексного подхода исследований

Предложена схема (рис. 1) и проведен в соответствии с ней комплекс исследований. «Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, https://rscf.ru/project/22-13-20009/»

Библиографический список

1. **Mylnikov, V. V.** Investigation of thermophysical processes of obtaining various aluminum matrix composites / V. V. Mylnikov, A. I. Pronin, M. V. Mylnikova [et al.] // Technical Physics. – 2023. – Vol. 68, No. 1. – P. 26-32. – DOI 10.21883/TP.2023.01.55436.218-22. – EDN OJBCOH.
2. **Mylnikov, V. V.** Methods for Studying the Fracture Surface of Materials Using Modern Microscopy and Digital Image Processing / V. V. Mylnikov, E. A. Dmitriyev// Inorganic Materials: Applied Research. – 2024. – Vol. 15. – No. 1. – pp. 8–16. DOI 10.1134/S2075113324010192.

УДК 621.762

ПЕРВУШКИНА Д.А., КОЛОСОВА Т.М

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ И СТРУКТУРООБРАЗОВАНИЯ БРОНЗОВОЙ СВЯЗКИ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С 80-х годов XX века до настоящего времени применяются алмазосодержащие круги на бронзовых связках. Актуальной темой остается исследование структуры и свойств этих связок, что позволит изготовить высококачественный алмазный инструмент.

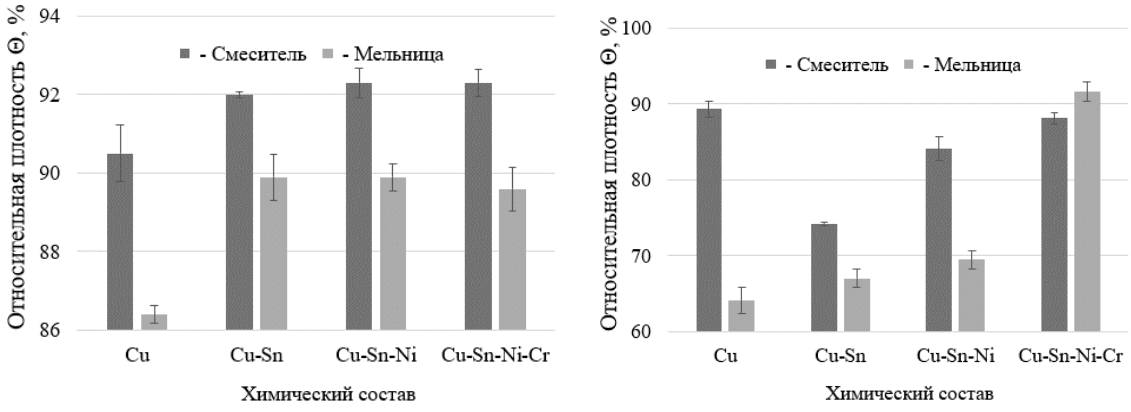
Выбор связки является важным фактором, определяющим эффективность работы алмазного инструмента. Связка должна обладать хорошими упругими характеристиками, определенной твердостью, иметь хорошую прочность и быть достаточно вязкой [1]. Связки на основе медь-олово обеспечивают высокие физико-механические характеристики композиций и имеют много технологических достоинств. В первую очередь доступность материалов [2].

В качестве исходных материалов использовались образцы порошковой бронзовой связки разных составов из порошков: хрома ПХ1, никеля ПНК-УТ3, меди ПМС-1 и олова ПО1.

Изготовление образцов проводилось по экспериментальной технологии: прессование, спекание, горячая допрессовка. В качестве сравнения структуры и свойств порошковых прессовок, одни составы подвергались размолу в высокоскоростной мельнице, другие смешивались в баночном смесителе.

В ходе проведенных исследований были получены микроструктуры, значения плотности и микротвердости образцов. В процессе исследования микроструктуры были выявлены основные фазы: твердый раствор Sn в Cu, легированного Ni и Cr, твердый раствор Cu и легирующих элементов в Sn, не растворившийся Cr, в соответствии с составом образцов.

На основе экспериментальных данных были построены графики плотности порошковых прессовок (рис. 1).



(а) (б)

а – после прессования; б – после спекания

Рис. 1. Плотность порошковых прессовок в зависимости от химического состава и метода обработки шихты

В данном случае при спекании происходит расхождение скоростей взаимной диффузии в объем, за счет чего формируются пористость вблизи межфазных границ – эффект Киркендалла. Так начальная структурная однородность системы нарушается в процессе взаимной диффузии и неравенства парциальных диффузионных потоков, за счет чего происходит рост пористости и уменьшение плотности.

Библиографический список

1. Колосова Т.М. Алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента на основе железного порошка /Колосова Т.М., Сорокин В.К., Костромин С.В., Беляев Е.С.-НГТУ, 2013.
2. Резников А.И. Абразивная и алмазная обработка материалов/ Резников А.И., Алексенцев Е.И., Баран Я.И.-М: Машиностроение,1977.

УДК 621.791.92+621.785

ПРОХОРОВ А.П.

АРГОНОДУГОВАЯ НАПЛАВКА НА ВНУТРЕННЮЮ ЦИЛИНДРИЧЕСКУЮ ПОВЕРХНОСТЬ ПОКОВКИ ИЗ СТАЛИ КЛАССА ПРОЧНОСТИ 85К

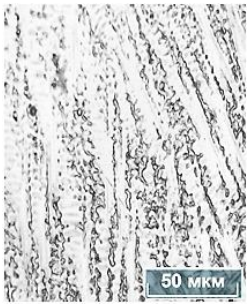
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

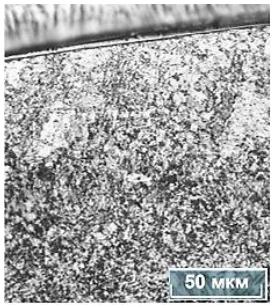
Совершенствование существующих и разработка новых типов оборудования для СПДУ определяют необходимость применения узлов и компонентов, состоящих из высоколегиро-

ванных сталей и сплавов, способных работать при высоком давлении и температуре в агрессивной среде. Такие стали и сплавы содержат дорогие легирующие элементы, что приводит к удорожанию оборудования СПДУ. Кроме того, при их обработке зачастую возникают значительные трудности, особенно при деформировании в горячем состоянии и сварке. В связи с этим ограниченное использование легирующих элементов экономически и технологически обосновано. С целью уменьшения количества высоколегированных материалов в СПДУ необходимо создавать биметаллические узлы и компоненты, состоящие из двух типов материалов: низко- и высоколегированных.

Наплавка коррозионностойкого сплава ERNiCrMo-3 на основе никеля на узлы и детали СПДУ, выполняется для защиты от воздействия агрессивной среды и предотвращения эрозионного износа. Исследованию были подвергнуты низколегированная сталь A182 F22 класса прочности 85К (далее – F22) и материал наплавки – ERNiCrMo-3.

Готовились образцы под наплавку из стали F22, фрезеровались под диаметр 130 мм и подвергались термической обработке по режиму: закалка 960ºС, выдержка 0,5 мин/мм (не менее 20 мин), охлаждение в воде и отпуск 750ºС, выдержка 1,5 мин/мм (т.к. толщина образца менее 200 мм), охлаждение на воздухе при температуре окружающей среды.

а) 

б) 

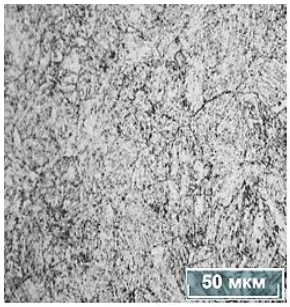
в) 

Рис. 1. Микроструктуры исследованного образца: металл наплавки (а), зона сплавления (б) и основной металл (в)

Как показали микроструктурные исследования микротрещин и выделений вторичных фаз в виде сетки не обнаружено, что говорит о корректности режима термической обработки основного металла.

Металл наплавки (рис. 1, *а*) состоит в основном из непрерывных столбчатых и ячеистых дендритов. Столбчатые дендриты преобладают в среднем проходе, а ячеистые в корневом. В работе [20] сообщается, что довольно часто в структуре можно встретить интерметаллическую фазу Лавеса, богатую ниобием. Такая фаза имеет шестиугольную плотную упаковку и имеет вид: $(Ni, Fe, Cr)_2 (Nb, Mo, Ti)$.

Структура линии сплавления (рис. 1, *б*) обладает неоднородностью, она связана с образованием микроскопических участков, обладающих индивидуальным строением, в том числе и субструктурной, и имеющих собственные поверхности раздела (межфазные границы).

Анализ структуры основного металла показал, что сталь F22 обладает высокой прокаливаемостью. Образец имеет мартенситную структуру, которая около линии сплавления имеет некоторое количество бейнита – это может оказывать влияние на разрыв кривой охлаждения. Структура на (рис. 1, *в*) содержит мелкие, слегка сфероидизированные, диспергированные карбиды. Присутствие карбидообразующих элементов – хрома и молибдена, делает вероятным появление карбидов в структуре сплава. Карбиды сплава могут образовываться за счет цементита, путем растворения ранее осажденных частиц цементита, образуя стабильные дисперсные карбиды в сплаве. Медленная диффузия хрома и молибдена удерживает эти частицы от превращения в крупные включения.

УДК 623

РОМАНОВ А.Д., РОМАНОВА Е.А., МАКАРОВ В.С.

РАЗВИТИЕ МАТЕРИАЛОВ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЗАЩИТЫ НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алюминиевая броня начала свое развитие с момента открытия Альфредом Вилмом в 1903 году сплава, который стал известен как дюралюминий или дюраль. В 1933 году Kotaro Honda опубликовал работу под названием "Баллистическая стойкость сплавов", где исследовал применение различных металлов и сплавов в баллистической защите [1]. Алюминиевая броня нашла наибольшее применение в защите наземной техники, и с 1960-х годов она стала неотъемлемой частью конструкций легких боевых бронированных машин. Это было обусловлено целым рядом преимуществ, делающих алюминиевую броню весьма привлекательной. Важным преимуществом является снижение массы бронированных корпусов по сравнению с использованием стали. Учитывая разницу в модулях упругости стали и алюминия, алюминиевая бронеплита, даже при равной массе, будет жестче стальной. Таким образом, при замене стальной брони на алюминиевую, удалось снизить массу бронированных корпусов на 25-30 %, даже без реальной экономии материала брони.

В работе [2] представлены различные варианты баллистической защиты для техники, изготовленной из легких сплавов. В [3] продемонстрировано математическое моделирование и экспериментальное исследование композитной защиты на основе сплава 7020M с лицевым слоем из оксида алюминия. Один из альтернативных подходов - это использование "встроенной керамической панели". В частности, в работе [4] проведено исследование устойчивости к пульсированию комбинированной брони, состоящей из сплава 6061-T6 с треугольными сердечниками AD-995.

Легкобронированная техника, такая как боевая авиация и машины серии БМП и БМД, а также перспективные легкие бронированные машины, могут воспользоваться преимуществами алюминия и титана. Эти материалы особенно ценны для боевой авиации, где масса материала имеет критическое значение. Кроме того, применение металлических композиционных материалов может расшириться на бронирование правительственных автомобилей и машин инкассации, где удельная прочность материала бронирования играет важную роль из-за ограниченной грузоподъемности гражданских автомобилей.

Приведенные выше примеры подчеркивают, что дальнейшее развитие алюминиевой брони склоняется к использованию комбинированных бронированных систем, а не к изменению состава легирующих элементов. Этот подход позволяет существенно увеличить выживаемость бронированных машин на поле боя, несмотря на небольшое увеличение их боевой массы.

Библиографический список

1. K. Honda, “Bullet Resisting Alloys,” Japan Nickel Review, - 1933, 1, - p.17-23
2. Чернышов, Е. А. Развитие материалов для баллистической защиты на основе алюминиевых сплавов / Е. А. Чернышов, А. Д. Романов, Е. А. Романова // Заготовительные производства в машиностроении. – 2015. – № 10. – С. 43-47. – EDN UYAZRD.
3. Wojciech Jurczak Impact and ballistic resistance of a new aluminium alloy for ship construction elements POLISH MARITIME RESEARCH 1(85) 2015 Vol. 22; pp. 72-78 DOI: 10.1515/pom r-2015- 0010

4. Ballistic impact response of an UHMWPE fiber reinforced laminate encasing of an aluminum-alumina hybrid panel M.R. O'Mastaa, B.G. Comptonb, E.A. Gambleb, F.W. Zokb, V.S. Deshpandec, H.N.G. Wadleya // Volume 86, December 2015, Pages 131–144

УДК 621.762

РУБЦОВ А.М., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА БРОНЗОВЫХ КОМПАКТОВ НА АКУСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время применение меди и медных сплавов (псевдосплавов) в технике и различных технологиях постоянно расширяется. В частности, на основе меди и ее сплавов изготавливаются функционально-градиентные материалы (ФГМ) [1, 2]. Матрицей таких ФГМ является медь или ее сплавы: бронза или латунь.

Композиционные алмазосодержащие материалы (КАМ) на основе металлических матриц используются в инструменте для обработки природного и искусственного камня. Особое место среди указанных материалов занимают КАМ, матрицы которых содержат железо, медь, никель и олово (система алмаз-(Fe-Cu-Ni-Sn)) и кобальт, медь и олово (система алмаз-(Co-CuSn)) [3].

В данной работе использовались порошки меди, олова, хрома и никеля. Были изготовлены 10 компактов с различным содержанием компонентов. Все образцы были изготовлены по одной технологии: смешивание - прессование - спекание – горячая доппрессовка. Смешивание проводилось в баночном смесителе в течение 120 минут и в высокоэнергетической планетарной мельнице в течение 6 часов.

Целью исследования являлось взаимосвязь химического состава и акустических характеристик бронзовых компактов. В работе были измерены такие характеристики как модуль упругости, модуль сдвига, так же были измерены скорости продольной и сдвиговой волн.

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на модуль упругости и модуль сдвига влияет хром, при его максимальном значении модуль сдвига и модуль упругости максимальные.

Наибольшая скорость сдвиговой волны достигается также при максимальном содержании хрома. Аналогично, как и у скорости продольной волны.

Сравнивая время помола, можно увидеть, что с увеличением времени смешивания, акустические характеристики растут, следовательно, образцы становятся более прочными.

Заключение: Найденные акустические характеристики и упругие модули позволяют спрогнозировать работоспособность алмазного инструмента, поскольку они во многом определяют жесткость материала.

Библиографический список

1. El-Galy, I.M., Saleh, B.I. & Ahmed, M.H. Functionally graded materials classifications and development trends from industrial point of view. SN Appl. Sci. 1, 1378 (2019). https://doi.org/10.1007/s42452-019-1413-4

2. Li, Y., Feng, Z., Hao, L., Huang, L., Xin, C., Wang, Y., Bilotti, E., Essa, K., Zhang, H., Li, Z., Yan, F., & Peijs, T. (2020). A Review on Functionally Graded Materials and Structures via Additive Manufacturing: From Multi-Scale Design to Versatile Functional Properties. Advanced Materials Technologies, 5.

3. О.Э.Багиров – Композиционные алмазосодержащие материалы в породоразрушающем инструменте – 2016.

УДК621.762

РЫЖИХ А. С., БЕЛЯЕВ Е. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОГО СОСТАВА ДИСПЕРСНЫХ ПОРОШКОВ МЕТОДОМ ЛАЗЕРНОЙ ДИФРАКЦИИ СВЕТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При обработке хрупких и твердых материалов часто используются металлоалмазные композиции, например на операциях обработки торцов. Такие операции широко распространены в стекольной промышленности при обработке кромки стекла. Металлоалмазные инструменты изготавливаются на металлических связках, которые цементируют алмазные зерна и позволяют выполнять многолезвийную обработку.

Металлическая связка является одним из ключевых элементов металлоалмазного инструмента и обеспечивает сменяемость алмазных зерен, гарантирует поддержание точных геометрических размеров инструмента и эффективно отводит теплоту из зоны резания предотвращая горение стеклянной пыли. Совершенствование свойств связки является актуальной научно-технической задачей [1, 2].

Настоящая работа направлена на совершенствование свойств металлической связки для металлоалмазного инструмента, предназначенного для обработки кромки силикатного листового стекла.

Повышение свойств связки достигается обработкой порошковой шихты на базе меди в высокоэнергетической планетарной мельнице. В процессе обработки свойства шихты сильно изменяются: повышается насыпная плотность, увеличиваются размеры частиц.

Одними из важнейших характеристик многих дисперсных систем являются размер и форма частиц, так как большая часть других свойств таких систем зависят именно от этих параметров.

Реальные дисперсные системы, как правило, полидисперсны и могут содержать частицы, минимальный и максимальный размер которых отличается на несколько порядков. Для таких систем определение некоторого среднего размера частиц считается недостаточным и для более полного описания конкретной системы необходимо установить распределение частиц по размерам, что также входит в задачу лазерной дифракции.

В настоящей работе размер частиц, распределение по размерным группам, квантили распределения, а также размер по Саутеру и Де-Брукеру определяли методом лазерной дифракции на приборе Wintrac 3000.

Метод лазерной дифракции света основан на измерении интенсивности углового рассеяния плоской монохроматической электромагнитной волны на частицах аэрозоля или взвеси.

Принцип работы этого прибора основан на том, что частицы порошка, попадая в пучок лазерного света, рассеивают его. Затем фотодетекторы регистрируют рассеянный свет, что позволяет анализатору определить размер и форму частиц [3].

В результате обработки шихты в планетарной мельнице средний размер частиц уменьшается вдвое после помола в течение 2 часов, возвращается к исходному размеру после помола в течение 4 часов и увеличивается в 2,5 раза после помола в течении 6 часов. При росте времени помола шихты в планетарной мельнице механические свойства монотонно возрастают, достигая своего максимума после 6 часов помола.

В результате работы установлено, что увеличение размера частиц коррелирует с прочностными свойствами полученных нульпористых образцов связки. Так, с увеличением размера частиц прочность возрастает, однако значения относительного удлинения остаются на достаточно высоком уровне. Такой эффект, по-видимому, связан с дроблением избыточной фазы и значительно лучшей диффузией компонентов шихты в твёрдый раствор.

Библиографический список

1. Бакуль В.Н. Основы проектирования и технология изготовления абразивного и алмазного инструмента / В.Н. Бакуль, Ю.И. Никитин, Е.Б. Верник, В.Ф. Селех. - М.: Машиностроение, 1975. - 296 с.
2. Колосова Т.М. Алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента на основе железного порошка /Колосова Т.М., Сорокин В.К., Костромин С.В., Беляев Е.С.-НГТУ, 2013. -16 с.
3. Гук В.Г. Изучение дифракции и поляризации лазерного излучения/ Гук В.Г., Филанович А.Н., 2022,- 31с.

УДК 620.18

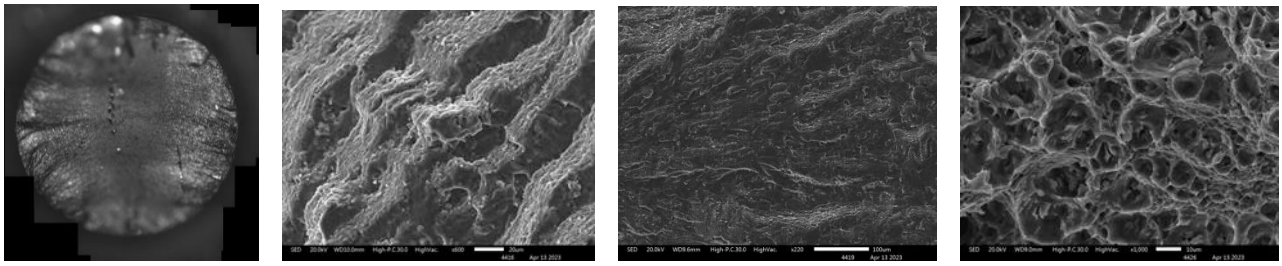
РЯБОВ Н.А., РОМАНОВА Е.А., МЫЛЬНИКОВ В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РАЗРУШЕНИЯ КОМПОЗИЦИОННОГО МАТЕРИАЛА НА ОСНОВЕ АЛЮМИНИЯ ПРИ ИСПЫТАНИЯХ НА УСТАЛОСТЬ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В представленной работе исследовано сопротивление разрушению при испытаниях на усталость по схеме консольного изгиба с вращением образцов из материалов, изготовленных по технологии получения дисперсно-упроченных композиционных материалов на основе алюминия. Указанная технология основана на процессе выгорания расплава алюминия при взаимодействии с кислородом или кислород – азотной смесью [1-2].

Исследования поверхности разрушения проводили с использованием оптического микроскопа с расширенными возможностями оптической системы и цифровой обработки изображения и электронной микроскопии [3].



а) *б*) *в*) *г*)

Рис. 1. Фрактограммы излома: *а* – оптическая макроструктура х40; *б-г* – электронная микроскопия

Исследован характер разрушения образцов, в результате чего установлено, что во всех случаях проведенного испытания зарождение усталостной трещины происходит на поверхности образца. Макроизлом поверхности разрушения (рис. 1,*а*) имеет три зоны: стадия начального нестабильного роста трещины (рис. 1,*б*) – стадия стабильного распространения усталостной трещины (рис. 1,*в*) – стадия долома (рис. 1,*г*), при этом рельеф монотонно становится однороднее более плоским от поверхности вглубь образца.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-13-20009, https://rscf.ru/project/22-13-20009/»

Библиографический список

1. **Mylnikov, V. V.** Investigation of thermophysical processes of obtaining various aluminum matrix composites / V. V. Mylnikov, A. I. Pronin, M. V. Mylnikova [et al.] // Technical Physics. – 2023. – Vol. 68, No. 1. – P. 26-32. – DOI 10.21883/TP.2023.01.55436.218-22. – EDN OJBCOH.
2. **Mylnikov, V. V.** Obtaining Aluminum Oxide Based Cermet by Internal Oxidation / V. V. Myl'nikov, A. I. Pronin, M. V. Myl'nikova [et al.] // Glass and Ceramics. – 2023. – Vol. 79, No. 11-12. – P. 466-472. – DOI 10.1007/s10717-023-00534-4. – EDN TJQKEP.
3. **Mylnikov, V. V.** Methods for Studying the Fracture Surface of Materials Using Modern Microscopy and Digital Image Processing / V. V. Mylnikov, E. A. Dmitriyev// Inorganic Materials: Applied Research. – 2024. – Vol. 15. – No. 1. – pp. 8–16. DOI 10.1134/S2075113324010192.

УДК 669.621

САЗОНОВ К.Ю., БАЖЕНОВ Е.О.

К ВОПРОСУ ОБ АДГЕЗИИ ИОННО-ПЛАЗМЕННЫХ ПОКРЫТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Неперетачиваемые металлорежущие пластины получили большое распространение из-за своей высокой производительности и малом времени на замену инструмента. Как и обычные твердосплавные пластины, инструмент из сверхтвёрдых керамических композитов на основе кубического нитрида бора (КНБ), упрочняют нанесением износостойких керамических покрытий [1].

С помощью метода PVD на пластину геометрией CNGA (ромб с углом 80° при вершине) производства ООО «Микробор» было осаждено покрытие состава AlCrN. толщиной 2 мкм. При царапании индентором Виккерса со скоростью 20 мкм/мин и нагрузкой 100 гс покрытия на твёрдом сплаве твёрдостью 70 HRC и композите 5025М были обнаружены два разных механизма разрушения (рис. 1).

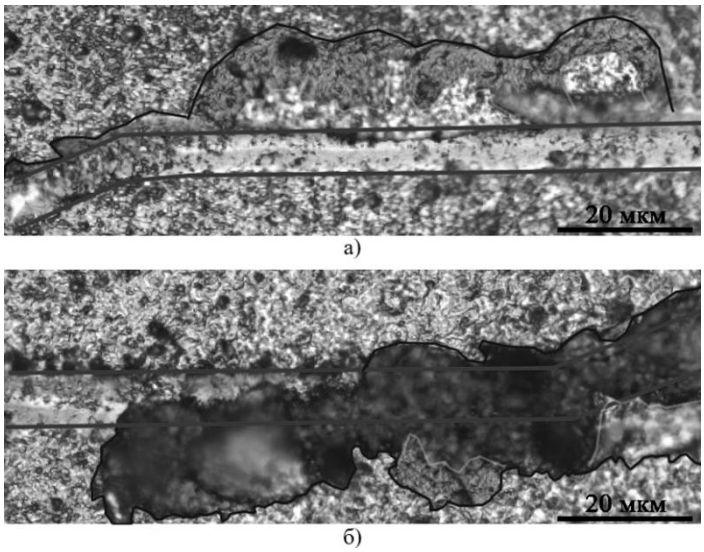


Рис. 1.Разрушение покрытия на ВК8 (а) и композите 5025М (б) х1000

Красными линиями на рисунках обозначены предполагаемые границы дорожки, процарапанной индентором. Синими – границы области разрушения. Жёлтыми – области обнажившейся подложки и отслоения покрытия. Как видно из рисунка, при скрайбировании покрытия на ВК8 происходила деламинация с частичным обнажением подложки. Площадь разрушения самого покрытия достаточно большая, что свидетельствует о его хорошей адгезии. При царапании покрытия на 5025М снимался не участок покрытия, а достаточно большой объём подложки вместе с покрытием.

Можно предположить, что это результат воздействия латеральных трещин. Зарождаясь вблизи укола, они через покрытие направляются к подложке. В случае твёрдого сплава это вызывает разрушение границы раздела и отражение трещины обратно в плёнку. Композит на основе КНБ, имея более высокую адгезию к покрытию, свободно пропускает латеральную трещину в объём материала, что и приводит к более интенсивному разрушению. Иными словами, адгезия покрытия AlCrN к 5025М выше, чем к ВК8, но трещиностойкость такой системы ниже. Научный консультант исследования – проф. кафедры МТМиТОМ, д.т.н. Гаврилов Г.Н.

---

1. Oyen M. L. A practical guide for analysis of nanoindentation data/ Oyen M. L., Cook R.F.// Journal of the mechanical behavior of biomedical materials. – 2009 V.2 P.396-407

УДК 620.186; 620.172

СОЛОВЬЕВ А.А., ХЛЫБОВ А. А., РЯБОВ Д.А.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ WAAM НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА БИМЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОМПОЗИТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время активно развиваются экспериментальные и промышленные аддитивные технологии (АТ) производства материалов и конструкций. Среди существующих вариантов АТ значительный интерес представляет электродуговая наплавка (WAAM). К преимуществам WAAM-метода следует отнести малую стоимость применяемого оборудования и наплавляемого материала (сварочной проволоки). К тому же, WAAM-технология позволяет получать крупногабаритные заготовки, что является актуальной задачей тяжелого и энергетического машиностроения, а также восстанавливать изношенные компоненты конструкций [1].

Среди наплавочных материалов, применяемых для WAAM, наибольшее распространение получили аустенитные, аусетнитно-ферритные и низколегированные стали ввиду того, что они широко применяются в машиностроении, энергетике, авиационно-космической, химической и других сферах человеческой деятельности. Значительный производственный интерес представляют биметаллические системы на основе низкоуглеродистых и хромоникелевых сталей [2].

Несмотря на наличие большого количества исследований, посвящённых технологиям WAAM-производства, структура и физико-механические свойства биметаллического композита «09Г2С – 07Х25Н13» (низколегированная углеродистая сталь – нержавеющая хромоникелевая сталь) изучены недостаточно.

Учитывая вышеизложенное, целью работы является исследование влияния технологических параметров WAAM на состав, структуру и физико-механические характеристики слоистого биметаллического композита «09Г2С – 07Х25Н13».

Распределение микротвердости по сечению исследуемых биметаллических образцов представлено на рис. 1.

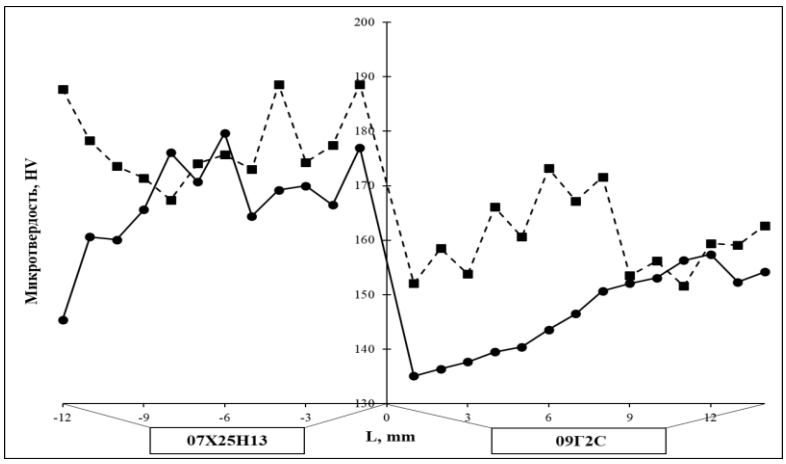


Рис. 1. Распределение микротвердости по сечению исследуемого биметаллического композита

Библиографический список

1. **Herzog D.** Additive manufacturing of metals / Herzog D., Seyda V., Wycisk E., Emmelmann C. Acta Materialia, 2016. Vol. 117. P. 371-392.
2. **Финогеев Д.Ю.** Аддитивные технологии в современном производстве деталей точного машиностроения. / Финогеев Д.Ю., Решетникова О.П. ВСГТУ, 2020. №3. С. 63-71.

УДК 621.762

СУББОТИН Н.Д., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ ВИДОВ СВЯЗОК ДЛЯ АЛМАЗОСОДЕРЖАЩИХ КОМПОЗИЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Изделия на основе алмазосодержащих композиций широко применяются при механической обработке твердых, хрупких материалов в разных отраслях производства. Алмаз является минералом, обладающим самой высокой твердостью, что делает его идеальным материалом для создания режущих и шлифовальных инструментов. На данный момент одна из перспективных технологий для производства таких инструментов -порошковая металлургия. Порошковая металлургия позволяет сочетать полезные свойства алмазов (твердость, износостойкость) со свойствами металлических связок, которые цементируют алмазные зерна, вследствие чего достигаются необходимые технологические и эксплуатационные качества металлоалмазных изделий. Метод порошковой металлургии обеспечивает равномерное распределение и достаточно прочное удержание алмазных зерен во всем объеме связки, точную форму и размеры. Свойства связки во многом определяют свойства металлоалмазного инструмента так как острые грани алмазных зерен в процессе работы притупляются и в необходимый момент должны смениться новыми, нижележащими в алмазном слое. Поэтому свойства связки по прочности, прочности удержания алмазов, несущей способности, твердости должны быть оптимизированы для высокоэффективной работы инструмента, поддержания его геометрической формы и обеспечения сменяемости алмазного наполнителя для исключения снижения режущих свойств [1].

Изготовление образцов связок в настоящей работе происходит в несколько стадий: смешивание шихты, прессование, спекание, горячее допрессовывание. Для создания связок могут использоваться различные сочетания порошков металлов [2].

Медь в качестве связки в чистом виде используется как основной компонент алмазосодержащей композиции. Однако при шлифовании твердых сплавов пластичная медь налипает на зерна алмазов и инструмент теряет режущие свойства (засаливается). Чистая медь спекается при температуре около 800^{o} С, что превышает температуру окисления алмазов. Для предотвращения засаливания и снижения температуры спекания имеет смысл использовать добавки других металлов снижающих температуру плавления сплава и повышающее прочность связки [3].

В данной работе будут исследованы девять вариантов связок на основе меди с добавлением олова, хрома и никеля, отличающихся между собой процентным содержанием элементов и методами получения шихты. В ходе исследования будут изучены механические свойства и микроструктура образцов. Исходя из полученных данных, будут сделаны выводы о целесообразности применения таких связок в производстве инструментов из алмазосодержащих композиций данных составов.

Библиографический список

1. Сорокин В.К., Колосова Т.М., Костромин С.В., Беляев Е.С. Абразивные алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента: технология упрочнения и свойства // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 2. – С. 96-103;
2. Получение и свойства порошковых материалов: учебное пособие / С.И. Богодухов, А.Д. Проскурин, Е.С. Козик. – Оренбург, ГОУ ОГУ, 2009. – 178 с.
3. Алмазо-металлические композиции / Э. Д. Кизиков, Е. Б. Верник, Н. С. Кошевой. – К.: Тэхника, 1988. – 135 с.

УДК 621.74

ТИХОНОВ П.Д. ЧЕЭРОВА М.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СТАЛИ 14Х17Н2

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мартенситные и мартенситно-ферритные стали обладают хорошей коррозионной стойкостью в атмосферных средах, слабоагрессивных средах, представляющих собой, как в общем случае, растворы солей и кислот и обладающие при этом высокими механическими свойствами [1].

Особый интерес стали мартенситно-ферритного класса представляют в одной из ведущих отраслей промышленности, а именно в атомной энергетике, например, они используются для конструкционных применений в АЭС с реакторами на быстрых нейтронах и натриевым охлаждением[2].

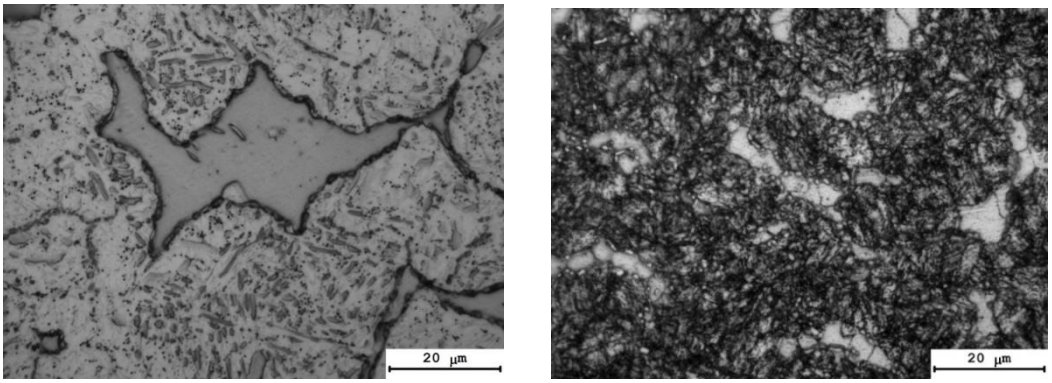
Эти стали применяют, как правило, после закалки и последующего отпуска на заданную твердость. Для научного обоснования выбора оптимальных параметров термической обработки сталей мартенситно-ферритного класса необходимы более подробные структурные исследования после различных режимов термической обработки и сопоставление полученного структурного состояния с достигаемым уровнем механических свойств.

Объектом исследования в данной работе являлась сталь мартенситно-ферритного класса – 14Х17Н2. Изучалось влияние температуры нагрева под закалку (980°С, 1000°С, 1020°С) и температуры отпуска (600, 650°С) на микроструктуру стали 14Х17Н2. Время выдержки при закалке составило 20 минут, охлаждение в масле, продолжительность отпуска – 60минут, среда охлаждения – воздух. Подготовка образцов проводилась обычным порядком: механическое шлифование, полирование и травление в стандартном реактиве для сталей

мартенсито-ферритного класса. Микроструктура изучалась на поперечных шлифах при увеличениях ×100, ×200, ×1000 на микроскопе LEICA DM-IRM.

Для количественных определений (расчет количества δ-феррита и карбидов, выделившихся при отпуске стали на границе с δ-ферритом) использовали программу SIAMS Fhotolab.

Результаты исследования влияния параметров термической обработки на структурные составляющие стали 14Х17Н2 представлены на рис.1 и в табл. 1.



***а*)** ***б*)**

Рис. 1. Микроструктура стали 14Х17Н2 на поперечном шлифе после закалки от температуры 980°С (*а*) и последующего отпуска 650°С(*б*) (×1000)

Таблица 1. **Количество карбидов и δ-фазы в структуре стали 14Х17Н2 в зависимости от температуры закалки**

Температура закалки, °С	Количество δ-фазы, %	Количество карбидов на границах δ-фазы, %
980	10,4	75
1000	10,3	55
1020	10,1	20

Из рис. 1 следует, что структура стали 14Х17Н2 после закалки от всех исследованных температур состоит из: мартенсита, δ - феррита, аустенита остаточного и карбидов хрома. Присутствие карбидной фазы в структуре после закалки объясняется наличием в стали труднорастворимых карбидов, которые активно переходят в твердый раствор свыше 900°С, но даже при температурах 1100°С полностью они не растворяются [3].

Повышение температуры закалки до 1020°С, как видно из табл. 1, приводит к незначительному изменению количества δ-фазы при этом количество карбидов на ее границах уменьшается, что согласуется с теоретическими данными.

Количество карбидной фазы в структуре после отпуска от исследуемых температур больше чем после закалки, что обусловлено протеканием процесса распада мартенсита. При повышении температуры отпуска наблюдается снижение количества карбидов.

Выводы

1. Установлены основные факторы (количество δ-феррита и количество карбидов, выделившихся по его границам), определяющие структурное состояние стали 14Х17Н2 и их качественная зависимость от параметров термической обработки.

2. Показано, что с повышением в исследованных пределах температуры нагрева под закалку количество δ-феррита меняется незначительно, а количество карбидной фазы на его границах уменьшается; однако даже при температуре 1020°С не наблюдается полного их растворения. Последующий отпуск приводит к увеличению карбидной фазы на границах

дельта-феррита, однако при повышении его температуры до 650°С начинается процесс коагуляции карбидов и их количество вновь уменьшается.

Библиографический список

1. Пачурин, Г.В. Теоретические основы повышения эксплуатационной долговечности штампованных изделий: учеб. пособие / Г.В.Пачурин, А.Н.Гущин, В.В.Галкин, В.Г. Пачурин. Н.Новгород:НГТУ,2006.-176с.
2. Roger E. Stoller, Eva Zarkadoula, in Comprehensive Nuclear Materials (Second Edition), 2020.
3. Сидоркина Н.М. Об исследовании режимов термообработки стали 14Х17Н2, обеспечивающих стойкость против межкристаллитной коррозии в различных диапазонах твердостей // Актуальные вопросы современной науки. 2008. №2.

УДК 669

ТРУБНИКОВА А. Д. ХЛЫБОВ А. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И ТВЕРДОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА, ПОЛУЧЕННОГО SLM ТЕХНОЛОГИЕЙ

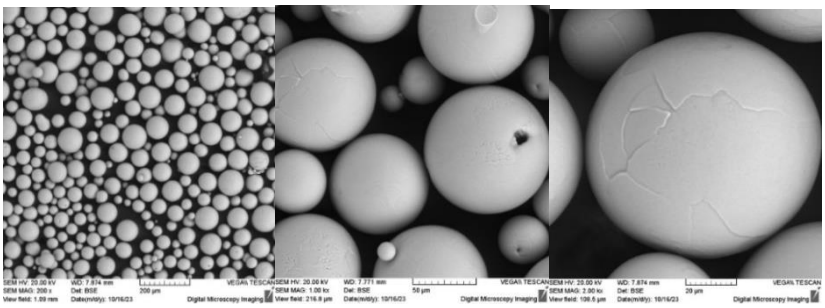
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Селективное лазерное плавление – одна из технологий 3D-печати металлом, главная суть которой заключается в сплавлении металлического порошка лазером.

Образцы для исследования были изготовлены порошка титанового сплава ВТ6.

Таблица 1. **Химический состав титанового сплава ВТ6**

Ti	Fe	C	Si	V	N	Al	Zr	O	H
86,45-90,0	до 0,6	до 0,1	до 0,1	3,5-5,3	до 0,05	5,3-6,8	до 0,3	до 0,2	до 0,015

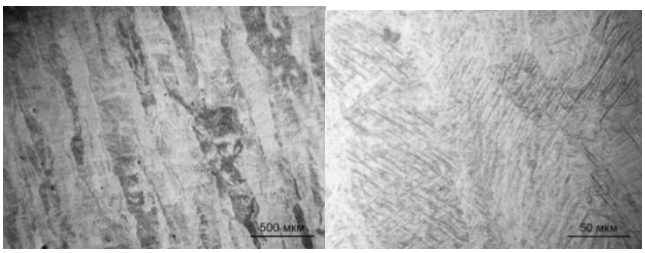


а) б) в)

Рис. 1. Фотографии порошка при увеличении: а) х200; б) х1000; в) х2000

Порошки, применяемые в технологиях послойного синтеза, на рисунке 1, должны быть сферической формы. На поверхности частиц не должно быть сателлитов, которые существенно затрудняют послойное нанесение материала при печати. Также гранулы порошка не должны иметь инородных включений, оплавов, пятен окисления. Допускаются раковины, вмятины, трещины, царапины, риски. [1]

Изображение микроструктуры подложки образца были получены путем электролитического травления. На изображении видны четко выраженные дорожки лазера, спекающего порошок. Наблюдается игольчатое мартенситное строение, что свидетельствует о возможном наличии термоупрочняющей фазы.



а) **б)**

Рис. 2. Микроструктура подложки образца: а) х50; б) х500

Измерения твердости по шкале HB: 313; 315; 314. После отжига, штамповки твердость составляет 255-341 HB, после закалки и старения 293-361 HB. [2]

Данное исследование показывает, что данная технология позволяет сохранять хорошие прочностные свойства материала без термической обработки.

Библиографический список

1. ГОСТ Р57556-2017 «Материалы для аддитивных технологических процессов. Методы контроля и испытаний», ФГУП «ВИАМ»
2. ГОСТ 19807-91 «Титан и сплавы титановые деформируемые. Марки»

УДК 669

ФАРАФОНТОВА А. А., МЕЛЬНИЧЕНКО О. П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ РЕЗКИ ПОРОШКОВОГО ПРОКАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время во многих отраслях промышленности отмечается необходимость использования точных высокопроизводительных методов разделения материалов, не предусматривающих последующей дополнительной обработки зоны реза [1]. Этим требованиям отвечает процесс лазерной резки, однако при резке порошковых пористых материалов в результате переотражения лазерного луча от стенок парогазового канала, формируемого в процессе лазерной резки и воздействия на материал поверхностной плазмы, процесс резки отличается от разделения сплошных металлических материалов [2,3].

Актуальность работы заключается в разработке высокопроизводительных методов раскроя листовых порошковых материалов, что значительно позволит расширить область их применения и повысить качество вырезаемых заготовок.

Исследования проводились на твердотельной лазерной установке FSC-2000, работающей в импульсном квазинепрерывном режиме, на образцах пористого проката различных марок.

Удовлетворительные результаты по качеству реза были достигнуты при плотностях мощности лазерного излучения (210,5 - 40,7) кВт/мм^2 при скоростях резки (12,5-16,6) см/с.

Установлено, что зона термического влияния, возникшая в результате взаимодействия порошковых материалов с высокоэнергетическим лазерным излучением в различных местах, не превышает зоны оплавления материалов излучением лазера и сопоставима с размером 1-3 частиц спечённого порошка.

В ходе выполнения исследований достигнуты удовлетворительные результаты по размерам зоны термического влияния и чистоте зоны реза порошковых материалов.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что лазерная резка для раскроя порошкового проката, по сравнению с механической, более целесообразна, поскольку обеспечивает требуемое качество поверхности при отсутствии дополнительной механической обработки.

Библиографический список

1. Григорьянц А.Г., Шиганов И.Н., Мисюров А.И. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов / Под ред А.Г. Григорьянца. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006. – 664 с.: ил.
2. Технология лазерной сварки. Методические рекомендации: А.М. Чирков, О.Ф. Очин, Н.В. Грезев – Долгопрудный: Издательский дом «Интеллект», 2022. – 192 с.
3. А. Игнатов. Лазерная сварка сталей мощными CO_2 – лазерами. Часть 1. Фотоника 6/2008, с. 10 – 17.

УДК 620

ЧЕРКАСОВА А. А., РЯБОВ Д. А., ХЛЫБОВ А. А.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СОДЕРЖАНИЕ ФЕРРИТНОЙ ФАЗЫ В СТАЛИ SUPER DUPLEX 25CR, ПОЛУЧЕННОЙ ТЕХНОЛОГИЕЙ ГИП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Горячее изостатическое прессование (ГИП) металлических порошков представляет собой сложный технологический процесс, включающий следующие основные операции: проектирование и изготовление капсул; засыпку порошка в капсулы; герметизацию капсул сваркой; изостатическое прессование порошков в капсулах при высоких температурах и давлениях; удаление остатков капсул; финишные операции (механообработка, термическая обработка и др.) [1].

Super Duplex 25Cr (SAF 2507) относится к дуплексным нержавеющим сталям, структура которого состоит из аустенита и феррита в соотношении 1:1.

В двухфазной структуре аустенитобразующие элементы (C, Ni, N, Cu) и ферритообразующие элементы (Cr, Mo, W) имеют хорошо выверенное соотношение, которое является основой микроструктурного равновесия. Аустенит обеспечивает хорошую пластичность, вязкость и свариваемость, пока феррит не повысит коррозионную стойкость, главным образом, против точечной коррозии, коррозии под напряжением и щелевой коррозии [2].

Ферритная фаза в дуплексных нержавеющих сталях нестабильна из-за высокого содержания легирующих элементов и в следствии этого может возникнуть большое разнообразие вторичных фаз.

Обработка или применение SDSS ограничены температурами от 250°C до 1000°C, поскольку более высокие температуры могут привести к разложению фаз, что приводит к образованию вредных фаз, таких как сигма (σ), хи (χ), вторичный аустенит. (γ_2), R-фаза (R), феррит с высоким содержанием Cr (α_0), нитриды, карбиды, G-фаза и др. [3].

Наиболее вредная σ - фаза образуется в диапазоне температур 600-1000°C, образование данной тетрагональной кристаллической структуры приводит к ухудшению свойств материала, что в свою очередь сказывается на падении значений ударной вязкости, а также снижению критической температуры коррозии.

В результате эвтектоидного распада феррита, феррит распадается с образованием сигма фазы и вторичного аустенита ($\delta \rightarrow \sigma + \gamma_2$).

В ходе работы было исследовано 5 образцов, полученных методом ГИП из стали SAF 2507 на содержание ферритной фазы, 4 из них подвергли ТО.

Измерение содержания ферритной (магнитной) фазы в исследуемых образцах осуществляли с использованием портативного ферритометра КРОПУС МВП-2М.

В результате исследования выявили, что содержание ферритной фазы в образце, подвергнутом закалке при температуре выше 1000℃ содержание феррита увеличилось относительно содержания в образце после ГИП, а в образце после закалки при температуре ниже 1000℃ уменьшилось.

Также в образцах, которые подвергли отпуску при одинаковой температуре, но после разных режимов закалки наблюдается снижение содержания ферритной фазы.

Библиографический список

1. Агеев С. В., Гиршов В. Л. Горячее изостатическое прессование металлических порошков //Металлург. – 2015. – №. 8. – С. 18.
2. Mészáros I., Bögre B. Complex study of eutectoidal phase transformation of 2507-type super-duplex stainless steel //Materials. – 2019. – Т. 12. – №. 13. – С. 2205.
3. Santos Y. T. B. et al. Evaluation of the of isothermal phases transformations and hardness measurements in SAF 2507 super duplex using Pulsed Eddy Currents. – 2023.

УДК 669.713.017:538.9

ШИТОВ А.А., НУЖДИНА Т.В., ЧЕЭРОВА М.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВРЕМЕННОГО ФАКТОРА НА МИКРОТВЕРДОСТЬ АЛЮМИНИЕВОГО СПЛАВА АК4-1 ПОСЛЕ ПРИМЕНЕНИЯ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОЙ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Магнитно-импульсная обработка (МИО) — это процесс, в котором магнитное поле и электрический импульс комбинируются для изменения свойств материала. МИО в сочетании с термической обработкой широко применяется для металлических сплавов, в том числе и алюминиевых и может иметь различные цели, включая улучшение механических свойств, повышение коррозионной стойкости за счет изменение микро- и субмикроструктуры материала..

Таблица 1. **Результаты измерений значений $HV_{0,1}$**

Режимы обработки	Микротвердость, $HV_{0,1}$	Микротвердость, $HV_{0,1}$ (через год)	
		Число измерений	Среднее из измерений
Закалка	120	127,120,122	123
Закалка + МИО (5 Гц, 10 мин)	104	122,117,117	119
Закалка + МИО (5 Гц, 15 мин)	118	126,124,125	125
Закалка + МИО (5 Гц, 20 мин)	125	116,123,120	120
Закалка + старение + МИО (5 Гц, 10 мин)	165	120,124,122	122
Закалка + старение + МИО (5 Гц, 15 мин)	159	145,155,150	150
Закалка + старение + МИО (5 Гц, 20 мин)	156	150,143,139	144

Ранее в работе [1] было показано, что на образцах инструментальных сталей после проведения МИО в сочетании с термообработкой, значения микротвердости изменяются с течением времени. Целью данного исследования являлось изучение подобного влияния на сплаве

АК4-1 сразу после проведения обработок и по прошествии 1 года. Стандартный режим термообработки сплава АК4-1 включал в себя закалку (Т=500°С, τ=0,5ч, охлаждение в воде) и искусственное старение (Т=200°С, τ=10ч, охлаждение на воздухе). Измерение микротвердости ($HV_{0,1}$) проводилось на приборе DuraScan 20 с нагрузкой вдавливания - 100гр. Предел допускаемой погрешности ±1,5 единицы измерения

По результатам исследования из табл.1 видно, что значение $HV_{0,1}$ на образцах без проведения старения – растет, кроме режима: закалка + МИО (5 Гц, 20 мин). Это может свидетельствовать о происходящих с течением времени изменениях в субмикроструктуре: перераспределении дислокаций, изменении в размерах когерентных зон Гинье-Престона в стадии зонного старения или полукогерентных промежуточных частиц второй фазы, сильнее блокирующих движение дислокаций. Применение искусственного старения в комплексе с МИО показало, что через год значения $HV_{0,1}$ снизились, т.е. произошли такие изменения в субмикроструктуре, которые привели к разупрочнению сплава. Возможно это связано с образованием некогерентных частиц второй фазы, т.е. процесс формирования структуры перешел из стадии зонного в стадию фазового старения.

---

1. Воробьев Р.А., Дубинский В.Н. Влияние обработки импульсным магнитным полем на твердость и трещиностойкость инструментальной заэвтектоидной стали // Физика металлов и металловедение. 2014. т.115. № 8. С. 858-861.

УДК 620

ШУЯНОВА А.А., РЯБОВ Д.А., ХЛЫБОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т, ПОЛУЧЕННОГО SLM ПЕЧАТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технология выборочной лазерной плавки применяется для построения объектов сложной геометрической формы, зачастую с тонкими стенками и полостями. Кроме того, SLM успешно применяется в аэрокосмической отрасли, позволяя создавать высокопрочные элементы конструкций, недосягаемые по геометрической сложности для традиционных механических методов изготовления и обработки [1, 2].

Объектом исследования являются образцы изготовленные SLM печатью из аустенитной коррозионностойкой стали 12Х18Н10Т.

Предмет исследования – структура, механические и физические свойства материала изготовленного методом SLM.

Цель исследования является выявление влияния высоты наплавки на структуру и механические свойства изделий из сплава 12Х18Н10Т, получаемых аддитивными технологиями методом SLM.

Образцы полученные методом аддитивной технологии подвергали пикнометрическому, металлографическому исследованиям.

По мере увеличения высоты печати исследуемых образцов от подложки плотность снижается. Это может быть связано с ухудшающимся теплоотводом в зоне печати, так как в начале сама подложка забирает часть тепла, а с течением времени температура в рабочей камере повышается, что тоже сказывается на качестве теплоотвода.

Металлографический анализ показал, что поры имеют как правильную круглую, так и вытянутую овальную форму. Размер пор изменяется в диапазоне от 0,18 до 564 мкм2. Основное расположение пор близ границ расплава. Ввиду технологических особенностей защитный газ (аргон) остается в объеме образца, так как происходит его захват при послойном

прохождении лазерного луча, что можно увидеть на структурах образца в поперечном сечении, где поры располагаются между границами расплава [3].

При отдалении от подложки как в поперечном, так и в продольном сечениях сохраняется зависимость увеличения пористости, что подтверждается результатами измерений плотности, которая снижается по мере увеличения расстояния от подложки.

Библиографический список

1. Кукушкина В.А., Бордюгова Ю.А. Применение 3D-моделирования и аддитивных технологий в машиностроении // «Информационные технологии и математическое моделирование в управлении сложными системами»: электрон. науч. журн. – 2022. – №1(13). – С. 63-69.
2. Ильющенко А.Ф. Аддитивные технологии и порошковая металлургия // Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка. Минск, 2022. С. 17-34.
3. Колубаев А.В., Тарасов С.Ю., Филлипов А.В., Денисова Ю.А., Колубаев Е.А., Потекаев А.И. Особенности формирования структуры хромоникелевой стали, полученной с использованием электронно-лучевой аддитивной технологии/ Известия высших учебных заведений. Т. 61, № 8 2018 С. 110 – 116.

УДК 621.74

БЕЗУХОВ А.В., ЛЕУШИН И.О.

ПРОБЛЕМЫ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ОМГ-РЫБИНСК» И ВОЗМОЖНЫЕ ВАРИАНТЫ ИХ РЕШЕНИЯ

«Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Предприятие «ОМГ-Рыбинск» входит в состав Объединенной машиностроительной группы и специализируется на производстве фасонного литья из серого и высокопрочного чугуна. На предприятии действует комплексная система контроля качества, предусматривающая входной контроль поступающих материалов, мониторинг соблюдения технологической дисциплины, выявление производственного брака, проверку качества выпускаемой продукции.

В связи с прогнозируемым ростом выпуска продукции проводился технико-технологический аудит действующего литейного производства с непосредственным участием авторов, по результатам которого выявлен ряд организационно-технических проблем. Наиболее существенными из них являются:

- существенная доля импорта в структуре потребляемых вспомогательных материалов;
- физический и моральный износ основного технологического оборудования;
- нестабильное качество выпускаемого литья;
- высокая длительность производственного цикла.

С целью выбора возможных вариантов решения перечисленных проблем авторами проводился бенчмаркинг производств-аналогов, действующих на других российских предприятиях и ориентированных на выпуск подобной продукции. При этом внимание обращалось не только на лучшие практики. но и на накопленный отрицательный опыт реализации тех или иных организационно-технических решений.

На текущем этапе работы выбор сделан в пользу технического перевооружения литейного цеха базового предприятия, включая организацию на его площадях участка чугунного литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) [1].

Способ ЛГМ является одним из наиболее перспективных специальных способов литья по разовым термоудаляемым моделям, позволяющих существенно снизить объем последующей механической обработки отливок, приблизив их геометрию к геометрии готовой дета-

ли. Отличительной особенностью технологического процесса ЛГМ является непосредственный контакт металлического расплава с разовой литейной моделью, при котором материал модели «газифицируется» под действием тепловой энергии металла, заливаемого в литейную форму.

Весьма важную роль в ЛГМ играет материал газифицируемой модели. На российских предприятиях традиционно в качестве такого материала применяют пенополистирол. характеризующийся рядом недостатков, таких как интенсивное газовыделение при контакте с металлическим расплавом, а также высокая вероятность появления на отливках поверхностных дефектов из-за отложения на стенках формы большого количества коксового остатка, образующегося в результате газификации модели.

В рамках данной работы акцент делается на поиск альтернативы пенополистиролу, позволяющей не только минимизировать указанные недостатки, но и сократить временные затраты на изготовление моделей.

Итогом работы должно стать улучшение технико-экономических и экологических показателей работы цеха и увеличение выпуска годного литья базового предприятия.

---

1. Шуляк, В.С. Литье по газифицируемым моделям / В.С. Шуляк. – СПб.: Профессионал, 2007. – 408 с.

УДК 621.914.32

ДАВЫДОВ А.М., КЛОЧКОВА Н.С., БАШКОВ А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СТРАТЕГИЙ ПЕЧАТИ ИЗДЕЛИЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ НАПЛАВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время аддитивное производство выходит на новый уровень. Почти на каждом современном металлообрабатывающем производстве имеется оборудование для 3D-печати [1]. 3D-печать позволяет получать готовые изделия быстрее и дешевле, чем традиционное производство. Также 3D-печать применяется для прототипирования и изготовления опытных образцов. Это дает возможность более детального изучения конструкции изделия и проведения испытаний еще до изготовления.

При 3д-печати металлическими материалами методом WAAM важным является не только режим сварки, но и стратегия печати, то есть те движения, которые совершает горелка для формообразования [2].

Одним из наиболее широко применимых решений для заполнения больших (относительно ширины наплавляемого валика) площадей является метод зигзаг.

Данный метод является самым простым в реализации, однако имеет ряд недостатков, главный из которых – наличие зон стабильной непроплавки, представленной на рис. 1.

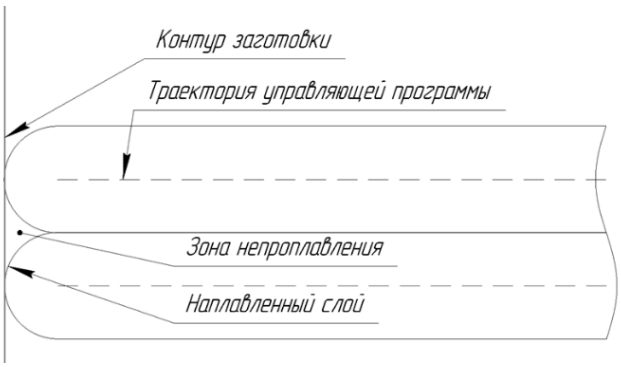


Рис. 1. Появление зон непроплавления при использовании стратегии зигзаг

Одним из способов исключить дефектоопасные места является уменьшение угла стыка между наплавляемыми валиками. В идеальном случае каждая линия нового прохода должна быть параллельна соответствующей линии предыдущего прохода. Иными словами, траектория каждого следующего прохода является эквидистантой предыдущего.

Данный метод позволяет минимизировать количество подъёмов горелки и циклов зажигания и гашения дуги, что сокращает время производства детали и упрощает контроль процесса. Использование данных стратегий печати позволило повысить качество заготовок, производимых методом электродуговой наплавки.

Библиографический список

1. Рейтлер К., Веслинг. В. Текущее состояние исследований аддитивного производства с проволочной дугой (WAAM): обзор. Appl. Sci. 2021, 11, 8619. Режим доступа: URL: https://doi.org/10.3390/app11188619
2. Киричек А.В., Сергеев А.Г., др. Технологическое обеспечение параметров качества синтезируемой waam-методом детали управлением траекторией движения фидстока // Транспортное машиностроение. 2022. №4 (4). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskoe-obespechenie-parametrov-kachestva-sinteziruemoy-waam-metodom-detali-upravleniem-traektoriey-dvizheniya-fidstoka (дата обращения: 24.04.2024).

УДК.658.589

КЛИМОВА Ю.В., НИЩЁНКОВ А.В.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНЫЕ МЕТОДЫ ВЫБОРА ОБОРУДОВАНИЯ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ МОДЕРНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее приоритетной задачей при проведении модернизации производства является выбор технологического оборудования [1]. При выборе оборудования применяются методики аналогичные оценке экономической эффективности инвестиционных проектов, так как любое техническое мероприятие, связанное с внедрением нового оборудования, можно рассматривать как инвестиционный проект. При этом рассчитывается экономическая эффективность либо на основе максимума эффекта или минимума затрат [1].

Однако, данный подход принимает во внимание исключительно денежное выражение экономического эффекта и не учитывает других факторов, имеющих определяющие значение в условиях конкретного предприятия, проводящего модернизацию. Для учета других факторов, необходимо проведение многокритериальной оценки, с учетом всего комплекса критериев, определяющих выбор оборудования [2]. Например, при проведении экспертной оценки наряду с такими показателями как стоимость, производительность, энергоэффективность необходим учет таких критериев как надежность, срок эксплуатации, простота в обслуживании и других важных для конкретного предприятия. Проведение многокритериальной оценки возможно, как на основе расчета общего интегрального показателя желательности с применением метода анализа иерархий (МАИ) и шкалы Харрингтона, так и на основе применения аппарата нечетких множеств [3]. При расчете общего интегрального показателя желательности наилучшим признается оборудование, имеющее наибольший коэффициент желательности. При применении аппарата нечетких множеств используются графики функций принадлежности желательности, разработанные экспертом в предметной области по каждому из критериев, в сочетании с max–min сверткой. И в том и в другом случае для определения степени значимости критериев используется попарное сравнение критериев и вер-

бально–числовая шкала МАИ. В общем случае порядок проведения многокритериальной оценки включает следующие основные элементы [3]:

1. Разработка системы критериев оценки оборудования с учетом требований к полноте, действенности, разложимости, не избыточности и минимальной размерности критериев и их предварительное ранжирование.
2. Попарное сравнение критериев на основе вербально-числовой шкалы МАИ и расчет степени важности критериев, проверка согласованности суждений экспертов, привидение значений критериев к безразмерному виду по каждому виду рассматриваемого оборудования.
3. Определение значений коэффициентов желательности по каждому критерию видов оборудования (функций принадлежности при использовании аппарата нечетких множеств).

Библиографический список

1. Багиев Г.Л., Шерман В.А., Шалыте И.В. Многокритериальный анализ для выбора оборудования при модернизации производства // Проблемы управления. - 2017. - № 5. - С. 68-74.
2. Семенова Т.А., Лазарева О.А. Анализ и выбор оборудования при модернизации производства с использованием многокритериальных методов // Управление развитием. - 2019. - № 2 (36). - С. 86-93.
3. Кочегарова М.И., Прохоров М.Д. Применение моделей многокритериальной оптимизации при выборе оборудования для модернизации производства // Технические науки. - 2018. - № 12 (25). - С. 113-120.

УДК 621.74

КУРУМА ЛАНСИН., БЕЛЯЕВ С,В,

ФИЛЬТРАЦИОННОЕ РАФИНИРОВАНИЕ ЖЕЛЕЗОУГЛЕРОДИСТЫХ СПЛАВОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Литейные сплавы в процессе их приготовления, при взаимодействии с атмосферными газами, покрытиями огнеупоров, флюсами загрязняются различными неметаллическими включениями. Эти включения являются причиной снижения уровня механических, технологических и эксплуатационных свойств отливки.

Для повышения качества формованных изделий их содержание в формованных деталях должно быть максимально уменьшено. Проблема чистоты литейных сплавов решается либо за счет предотвращения взаимодействия металлического расплава с газовой атмосферой и футеровкой печи, либо за счет применения различных методов рафинирования расплавов.

В последнее десятилетие в литейную практику очень активно внедряются различные способы очистки литейных сплавов с использованием фильтров и фильтрующих устройств, особенно с применением пенокерамических фильтров. Пенокерамические фильтры (ПКФ) – это фильтры с фильтрующей поверхностью. Пенокерамические фильтры по внешнему виду напоминают губку.

Пенокерамический фильтр ПКФ изготавливается путем пропитки вспененного полимера с последующим обжигом при высокой температуре. Благодаря своей структуре, в отличие от двухмерных фильтров (керамических и стекловолоконных), способны задерживать включения микронных размеров. Пенокерамические фильтры применяются при литье алюминия, медных сплавов, чугуна (СЧ, КЧ), никелевых и кобальтовых сплавов, углеродистых, низколегированных и высоколегированных сталей.

Сталь и специальные сплавы по сравнению с цветными металлами и сплавами имеет более высокие химическую активность и температуру разливки и по этой причине фильтрационное рафинирование не получило широкого распространения как рафинирование цвет-

ных металлов и чугуна. В связи с этим, актуальной остается проблема разработки технологии новых высокотемпературных пенокерамических фильтров с повышенной химической стойкостью.

Идеальными материалами для изготовления ПКФ можно считать материалы, обладающие высокой термостойкостью. В качестве огнеупорной основы используются разнообразные огнеупорные материалы. Прежде всего, это кремнезем, силикаты и алюмосиликаты, плавленый кварц, муллит, технический, глинозем, корунд, циркон, шпинели, оксид кальция, оксид иттрия, л оксид хрома и др. Все эти материалы объединяет одно свойство – высокая огнеупорность.

В качестве связующих материалов используются различные связующие растворы: фосфатные, жидкие стекла, гидролизованный этилсиликат, кремнийорганическое связующее Особый интерес с точки зрения экологии представляет водного раствора кремнезема.

Важным обстоятельством для получения керамики является также требование относительно невысокой температура обжига и спекания.

На основе литературного анализа в НГТУ им. Р.Е.Алексеева на кафедре «Металлургические технологии и оборудование» были проведены исследования и подобраны огнеупорные составы, связующий раствор, которые позволили изготовить опытные образцы ПКФ на основе оксида алюминия, диоксида циркония, диоксида титана, а в качестве связующего раствора использовать водного раствора кремнезема. Изготовили и опробовали ПКФ размерами 50х50х20 и 50х50х10, пористостью 10 пор на дюйм (4 поры на 1 см). Провели механические испытания образцов ПКФ, которые показали, что большей механической прочностью обладали фильтры из и оксида алюминия и диоксида циркония (ZrO_2-Al_2O_3),а наименьшей обладали фильтры из диоксида титана и оксид алюминия (TiO_2-Al_2O_3).

Была изготовлена опытная партия ПКФ и проведены исследования в условиях действующего производства «ЛМЗ» г. Семенов. Показано, что пенокерамические фильтры из ZrO_2-Al_2O_3 эффективны при удалении включений различных фаз из углеродистых и нержавеющих сталей, обладают более высокой термостойкостью. Установлено, что железоуглеродистые сплавы, после фильтрационного рафинирования улучшают свои механические свойства, снижается количество дефектов, снижается брак.

Библиографический список

1. Фильтрование металла в литейной форме (Сборник материалов по фильтрам, эффективности применения, опыту использования в отечественной и зарубежной практике). ИТЦМ «Металлург». г. Москва, 2005. С. 220.
2. Пенокерамические фильтры для фильтрационного рафинирования черных металлов. Беляев С.В., Коровин В.А., Демченко А.И. 2022 №5 -С. 195-200

УДК 66-958

ЛЮБОМИРОВ Д.А., ЛЕУШИН И.О.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ ОТВЕТСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В УСЛОВИЯХ ООО «НПП»СОВТЕХЛИТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Человечество за годы своего существования изобрело множество способов получения стальных отливок. Самым простым и распространенным из них считается литье в ПГС. Этот метод относительно других менее затратен, а также позволяет получать отливки хорошего качества. Но с приходом XX века стала появляться потребность в высококачественном литье. Детали, изготовленные из данных отливок, должны были работать при высоких нагрузках и в агрессивных средах. Такие отливки начали относить к классу «ответственного назначения».

Для изготовления стальных деталей ответственного назначения применяют множество способов, одним из прогрессивных является применение ХТС вместе со стержнями, изготовленными методом 3D-печати (аддитивные). Достоинство этого способа заключается в использовании стержней любой конструкционной сложности и отсутствие стержневых ящиков.

Так на предприятии ООО «НПП»СовТехЛит» изготавливают различное множество отливок ответственного назначения для военно-промышленного комплекса, газовой промышленности, аграрных холдингов и других потребителей. Ввиду того, что предприятие не обладает оборудованием для изготовления печатных литейных стержней, приходится закупать стержни у сторонних производителей. Такой метод не позволяет обеспечить оперативную доставку стержней к месту производства, а также быстрого прототипирования.

Работа подразделяется на несколько этапов. Нулевой этап – сравнительны анализ доступного технологического оборудования для изготовления печатных песчаных стержней. Первый этап – анализ возможных вариантов внедрения оборудования на производственный участок ООО «НПП»СовТехЛит». Вторым этапом является проектирование стержневого участка для проведения внедряемого технологического процесса. Следующий этап – расчёт экономического эффекта с учётом дальнейшего расширения номенклатуры изделий, изготавливаемых с применением печатных стержней. Заключительный этап – установка оборудования, проведение экспериментов (тестовых запусков) для статистического анализа получаемых результатов, которые позволят выявить оптимальный режим работы оборудования и внедрение нового технологического процесса.

Эффективность проводимых мероприятий по внедрению нового стержневого участка для получения печатных литейных стержней для изготовления стальных отливок ответственного назначения будет напрямую зависеть от того, какие результаты будут получены в ходе экспериментальной работы оборудования. В случае получения отливок с заданными параметрами ООО «НПП»СовТехЛит» сможет удовлетворить потребность основных потребителей, не прибегая к работе со сторонними организациями.

Предполагается снизить затраты и время на изготовление стального литья ответственного назначения, получить возможность быстрого прототипирования и проведения экспериментов, а также расширить номенклатуру производимого ответственного литья.

Библиографический список

1. Гейко М.А., Леушин И.О., Нищенков А.В., Решетов В.А., Романов А.С. Основы аддитивных технологий и производств: учебное пособие. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020, – 213 с.
2. Леушин, И.О. Применение аддитивных стержней улучшенной технологичности для производства стальных отливок ответственного назначения / И.О. Леушин, А.В. Герасимов, Д.А. Любомиров // Прогрессивные литейные технологии: Труды XI Международной научно-практической конференции (9-11 ноября 2022 г., г. Москва). – М.: МИСиС, 2022. – С. 420-426.

УДК 669

МИНЕЕВ В.В., ЧЕБЕРЯК О.И.

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТИ КРУПНОГО СТАЛЬНОГО ЛИТЬЯ В УСЛОВИЯХ ПРЕДПРИЯТИЯ ООО «МЕТМАШ» Г. БОР

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При получении крупных отливок не редко возникают сложности с чистотой их поверхности. Как известно, поражение литой поверхности повышенным пригаром приводит к браку литья. Он появляется в следствие физического и химического взаимодействия формовочного материала с металлом и его окислами. Данный дефект является трудно отделяемым

специфическим слоем на поверхности отливки. Процессы, протекающие во время образования пригара, могут привести к нарушению микроструктуры, что влечет за собой брак всего изделия. [1]

На предприятии ООО «Метмаш» изготавливаются отливки больших габаритных размеров, такие как: якоря судовые, гребные винты, детали судовых дизелей (поршни, кольца поршневые, водяные рубашки и др.), редукторы для плавкранов, и другие. В процессе литья на поверхности отливок нередко образуется пригар, значительно увеличивающий трудоемкость финишных операций.

В рамках проведенных исследований был произведен анализ методов предотвращения появления пригара на крупном стальном литье, таких как: уменьшение размеров зерна наполнителя формовочной смеси, повышение степени уплотнения литейной формы, изменение температуры заливки форм, применение восстановительных и окислительных добавок в составе формовочных смесей, применение противопригарных красок, изготовление форм из высокоогнеупорных и химически инертных формовочных материалов. [2]

Предполагается, что повышение качества поверхности крупного стального литья при снижении пригорания формовочной смеси к поверхности отливки в условиях данного предприятия возможно при применении в технологическом процессе состава формовочной смеси с пониженной смачиваемостью металлом, обладающей инертностью к оксидам железа.

При анализе экспериментальных составов смесей осуществлялись контроль не только пригораемости, но и исследования таких физико-механических свойств анализируемых составов формовочных смесей, как: предел прочности на разрыв в сухом состоянии, газопроницаемость, теплопроводность и огнеупорность. Все эксперименты проводились согласно стандартным методикам. Наилучший результат по чистоте поверхности получаемой отливки достигнут при использовании формовочной смеси по Альфа-сет процессу с содержанием хромита ($FeCr_2O_4$) более 70%.

Исследования проводились при производстве крупной стальной отливки «Крыльчатка» массой 1250 кг, габаритные размеры 1180х577мм, преобладающая толщина стенки 40мм. Полученная литая заготовка в сравнении с заготовкой, полученной при применении формовочной смеси базового состава имела значительно меньшее поражение проблемных зон отливки.

Следовательно, применение составов с хромитом в качестве наполнителя формовочной смеси для производства крупного стального литья по Альфа-сет процессу позволяет не только значительно улучшить качество литой поверхности получаемых заготовок, но и повысить производительность труда и снизить себестоимость получаемой продукции.

Библиографический список

1. Николайчик Ю.А., Рудницкий Ф.И., Батайчук А.В., Мудрый В.В. Анализ методов профилактики пригара на поверхности стальных и чугунных отливок // Литейное производство. 2015. С. 23-27

2. Швецов В.И., Иванов М.А., Кулаков Б.А., Каркарин А.М. Процессы образования и предотвращения пригара на стальных отливках. // Вестник ЮУрГУ. Серия «Металлургия». 2015. С. 17-23

УДК 621.74

САВУШИНА Д.В., МАСЛОВ К.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ БЕЗОПАСНОСТИ ТРУДА И ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Все известные технологические процессы, производства чугуна, стали и их последующего передела сопровождаются образованием больших количеств отходов в виде

вредных газов и пыли, шлаков, шламов, сточных вод, содержащих различные химические компоненты, скрапа, окалины, боя огнеупоров, мусора и других выбросов, которые загрязняют атмосферу, воду и поверхность земли.

Для металлургических заводов весьма значим мониторинг состояния окружающей среды в зоне их прямого влияния, в связи с тем, что данные производства являются значительным источником загрязнения окружающей среды. Основной задачей, решаемой в рамках этого вида мониторинга, является проверка соблюдения предприятием – природопользователем экологических стандартов, норм и правил при определенном виде деятельности. Это позволяет оценить уровень экологической безопасности предприятия и определить меры по снижению негативного влияния на окружающую среду. Проведение экологического мониторинга является важным элементом экологической политики предприятия.

Поскольку загрязнение атмосферного воздуха является одной из наиболее острых экологических проблем современности, так как уровень загрязнения с каждым годом увеличивается, что приводит к негативным последствиям не только для экосистемы, но и оказывает влияние на здоровье и жизнедеятельность человека, то важно предусмотреть методы, которые позволят очистить выбросы до допустимых концентраций, что в свою очередь улучшит воздух в рабочей зоне литейного цеха.

Для улавливания запыленных газов над электропечью устанавливают зонты или используют бортовые отсосы. В плавильных цехах металлургических заводов действуют в основном большегрузочные печи. От них запыленный газ удаляют через патрубок и свод печи. Кроме того, в новых цехах улавливают и подвергают очистке так называемые неорганизованные выбросы, т.е. газы, которые попали в цех в период заливки чугуна, завалки шихты.

По способу улавливания пыли различают аппараты механической и электрической очистки газов. В свою очередь аппараты механической очистки газов подразделяют на сухие и мокрые, а аппараты электрической очистки – на однозонные и двухзонные.

В работе был произведен расчет выбросов загрязняющих веществ воздуха в литейном цехе ООО «Нижегородские автокопаненты» (далее — ООО «НАК») относительно ПДК рабочей зоны, проанализированы различные способы очистки выбросов до допустимых концентраций, а также предложены варианты улучшения экологической обстановки за счет снижения выбросов загрязняющих веществ.

По результатам исследования разработан технический проект, предусматривающий внедрение в действующее производство современной системы пылеудаления с оснащением ее автоматическими средствами измерения.

Принцип работы технологического процесса внедряемой системы пылеудаления:

Отходящие газы → Полузакрытый пылеулавливающий колпак → Газоотводные каналы с электрическим воздушным клапаном → Основной канал → Пылеуловитель циклонного типа → Пылеуловительная камера → Вентилятор → Выброс из дымовой трубы.

Внедряемый метод очистки сокращает выбросы в рабочую зону и окружающую среду на 25%.

Библиографический список

1. Производственный экологический контроль (ПЭК) – URL: https://www.centrattek.ru/info/proizvodstvennyj-jekologicheskij-kontrol-2020-novoe polezno/

2. Гельманова З.С., Создание системы локального экологического монииторинга для металлургического предприятия / Гельманова З.С., Кузьмичев С.С., Сучилина Т.П., Мезенцева А.В., Алдабаева А.Е. // Экология XXI века: синтез образования и науки (Челябинск, 18–21 мая 2020 года) – С. 141-145.

3. Разработка воздушных систем: аспирация и газоочистка для метуллргии – URL: https://neva-zmk.ru/products/aspiraciya-i-gazoochistka-dlya-metallurgii/

4. Расчет выбросов загрязняющих веществ от литейных цехов: Методическое пособие по выполнению практической работы по курсу "Промышленная экология" для студентов специальности 320700 "Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов" / Сост. Л.И. Бондалетова, В.Т. Новиков, Н.А. Алексеев. - Томск: Изд. ТПУ, 2000 – 34 с.

УДК 669.1

СИРОТКИН А.А., МАСЛОВ К.А.

ВЫПЛАВКА СТАЛИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ АЗОТА ДЛЯ ПОКОВОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Высокое содержание азота в сталях достигается добавлением легирующих элементов, таких как азотосодержащие ферросплавы. Добавление азотосодержащих ферросплавов в сталь приводит к образованию азотистых соединений, которые встраиваются в структуру материала и усиливают его свойства. Азот может улучшать прочность, твердость и стойкость к коррозии стали. Однако существуют причины, по которым не удается достичь высокого усвоения и содержания азота в сталях: не усваивается азот во время легирования стали, перерасход материалов и отрицательное усвоение азота в стали:

В ходе проделанной работы были изучены причины не усвоения азота в сталях.

Во-первых, усвоение азота в стали зависит от содержания кислорода в металле, поэтому перед азотным легированием проводится глубокое раскисления стали алюминием АВ91. Однако азотсодержащие ферросплавы могут вносить кислород в расплав. Содержание кислорода в литых азотсодержащих лигатурах может достигать 5%. Также на усвоение азота влияет размер поступающих материалов.

Во-вторых, из-за не усвоение азота при легировании на ковш-печь приходится использовать больше количество материалов азотосодержащие ферросплавы для того, чтобы достичь нужных показателей химического состава, который указан в нормативном документе.

В-третьих, при присадке материала есть вероятность того, что может произойти отрицательного усвоение азота в стали, что может снизить содержание азота в стали (по результатам проб). Происходит это потому, что в сталь поступают большое количество азота, при котором сталь не успевает усвоить азот, и он уходит в атмосферу.

Рассмотрев данные проблемы, были предложены следующие решения для их устранения:

Для начала, в качестве азотосодержащего материала для легирования стали использовать феррохром азотированный. Он обеспечит постепенное растворение азота в металлическом расплаве и равномерное распределение азота в объеме жидкой ванны. Использование менее склонного к окислению азотированного феррохрома с содержанием азота 8-12% позволит минимизировать количество вносимого кислорода.

Также, выбрать оптимальный размер кусков вводимого азотированного ферросплава, который составит 20-99 мм. Это обеспечит достаточно быстрое растворение ферросплава в металле, но предотвращает его локальное перенасыщение.

И выбрать оптимальные условия ввода азотированного ферросплава. Азотированный феррохром следует вводить в печь в заключительный период плавки, после рафинирования, обезуглероживания, глубокого раскисления и ввода легирующих добавок, повышающих растворимость азота. Обработка стали инертным газом (аргоном) в ковше способствует равномерному распределению азота, ванадия и других легирующих, а также удалению неметаллических включений.

1.Патент № 2394107. Способ легирование стали азотом : № 2009113959/02 : заявл 13.04.2009 : опубл. 10.07.2010 / Шатохин Игорь Михайлович, Букреев Александр Евгеньевич Зиатдинов Мансур Хузиахметович, Никифоров Борис Александрович; заяви-

тель, патентобладатель Шатохин Игорь Михайлович, Букреев Александр Евгеньевич Зиатдинов Мансур Хузиахметович, Никифоров Борис Александрович

УДК 621.762

СТАРОВОЙТОВ П.С. ГЕЙКО М.А.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ОСНАСТКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ОТЛИВОК ИЗ СЕРОГО ЧУГУНА В УСЛОВИЯХ ООО «НИЖЕГОРОДСКИЕ АВТОКОМПОНЕНТЫ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Актуальность: автоматизация проектирования технологической оснастки является важным фактором повышения эффективности производства и качества выпускаемой продукции. Цель: повышение эффективности проектирования технологической оснастки за счёт использования современных технологий и методов автоматизации.

1. Основные понятия и определения.

Технологическая оснастка: совокупность приспособлений для установки и закрепления заготовок, а также для выполнения технологических операций. Проектирование технологической оснастки: процесс разработки и создания чертежей и документации для изготовления оснастки.

2. Методы автоматизации проектирования технологической оснастки.

- Применение CAD/CAM-систем: использование специализированных программ для проектирования и моделирования оснастки.
- Применение 3D-печати: использование 3D-принтеров для быстрого создания элементов технологической оснастки [1].
- Использование искусственного интеллекта: применение алгоритмов машинного обучения для оптимизации конструкции оснастки.

3. Преимущества автоматизации проектирования технологической оснастки.

- Сокращение времени проектирования: автоматизированные системы позволяют ускорить процесс проектирования.
- Повышение точности проектирования: использование современных технологий обеспечивает высокую точность проектирования.
- Снижение затрат: автоматизация позволяет снизить затраты на проектирование и изготовление оснастки [2].

4. Проблемы и ограничения автоматизации проектирования технологической оснастки.

- Необходимость обучения: для работы с автоматизированными системами требуется обучение персонала.
- Зависимость от программного обеспечения: автоматизация зависит от надёжности и доступности программного обеспечения.
- Ограничения технологий: современные технологии могут иметь ограничения в применении.

5. Перспективы развития автоматизации проектирования технологической оснастки.

- Интеграция с другими системами: автоматизированные системы проектирования могут быть интегрированы с системами управления производством [2].
- Развитие технологий: дальнейшее развитие технологий автоматизации позволит повысить эффективность проектирования.

Библиографический список

1. Основы аддитивных технологий и производств : учебное пособие / [Гейко М. А. и др.] ; под общей редакцией И. О. Леушина. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2024. – 228 с. : ил., табл.

2. Информационные технологии в металлургии: учеб.-метод. пособие к практическим занятиям для студентов-магистрантов, обучающихся по направлению 22.04.02 «Металлургия» / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: М.А. Гейко, А.С. Романов. – Нижний Новгород, 2020. – 48 с.

УДК 66-958

СТЕПАНОВ Д.А., ЛЕУШИН И.О.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА АЛЮМИНИЕВЫХ ОТЛИВОК ЛПД В УСЛОВИЯХ ООО «СТАРТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Литье под высоким давлением (далее ЛПД) является одним из наиболее динамичных и высоко производимых способов получения отливок с повышенными требованиями по размерной точности и качеству. Этот способ применяется для сплавов цветных металлов (на основе цинка, алюминия, меди, магния, сплав олово-свинец) из-за их низкой температуры плавления, а также для некоторых сталей. Можно получать отливки, имеющие внутреннюю или наружную резьбу, различные каналы и полости, толщину стенок от 0,5 до 5 миллиметров. Вес изделий может составлять от нескольких граммов, до десятков килограммов.

Литьё алюминия под высоким давлением это:

- получение отливок из сплавов на основе алюминия и меди весом от 10 грамм до 50 кг;
- 5-8 классы точности готовых тонкостенных изделий из алюминия;
- точные размеры литого изделия (3-7 классы точности);
- возможность легко настроить выпуск как разовой ограниченной партии, так и наладить производственный процесс;
- высокая скорость производства обеспечивает получение качественных отливок в срок.

ООО ЛМЗ «Старт» (общество с ограниченной ответственностью Литейно Механический Завод «Старт») - одно из самых динамично развивающихся предприятий на Нижегородской области, развивающих в производственной сфере. На данном предприятии производится продукция из алюминиевого сплава АК12М2, цинка ЦИАМ4-1 и латуни ЛС40Д для автомобильной и военной промышленности, заготовки получают путём литья под давлением с холодной горизонтальной камерой прессования.

Достижения ООО ЛМЗ «Старт» в значительной степени обусловлены наличием мощной производственной базы, а также использованием комплекса технологических достижений и опыта отечественной промышленности.

1. Газовые дефекты являются наиболее часто встречающимися дефектами в отливках при ЛПД на предприятии ООО ЛМЗ «Старт».
2. Большое количество публикаций и патентов, свидетельствует о том, что борьба с газовыми дефектами при ЛПД является актуальной задачей.
3. При ЛПД имеется четыре источника газов, поражающих отливки: газы, растворенные в металле; газы от разложения смазки формы; воздух, заполняющий камеру прессования; воздух, заполняющий полость формы.
4. Наиболее существенную роль в образовании газовых дефектов при ЛПД играет воздух, заполняющий камеру прессования и полость формы перед заливкой.
5. Для борьбы с газами камеры прессования используют специальные вентиляционные устройства или ускоренное движение прессующего поршня.
6. Для борьбы с газами полости формы используют вентиляцию, вакуумирование и заполнение формы перед заливкой кислородом.

Локальная подпрессовка. При изготовлении литейных деталей сложной конфигурации с изолированными друг от друга массивными узлами ликвидация концентрированных газовых и усадочных раковин возможна созданием локальной подпрессовки в пресс-форме. Такая под-

прессовка должно начинаться в момент, когда окончилось заполнение и металл в питателе затвердел, а кристаллизация сплава в оформляющей полости ещё не произошла. Метод локальной подпрессовки рекомендуется применять в том случаи, когда температурный режим пресс-формы не обеспечивает получение плотного металла на каком-то участке отливки.

Парашют процесс. При ускоренном перемещении пресс-поршень постоянно догоняет волну расплава, образующуюся при трогании его с места, воздух и газы практически до начала заполнения литникового хода могут удаляться в пресс форму, а из нее через систему вентиляции в атмосферу

Литниковая система. Одна из главных задач при выборе типа литниковой системы стремятся создавать направленность заполнения сплошным или дисперсным потоком металла. При этом учитывают, что направленность заполнения зависит как от места подвода питателя, так и от соотношения толщин питателя $\delta_{пит}$ и стенки отливки $\delta_{отл}$. Если отношение $\delta_{пит}/\delta_{отл} < 1/2$, то после столкновения струи с преградой образуется обратный поток (сплошной или дисперсный). Если отношение толщины питателя к толщине стенки отливки близко к единице, то струя растекается и образует сплошной поток, совпадающий по направлению с направлением движения металла в литниковой системе.

Питание отливок происходит через треугольный коллектор и толстый питатель. Толщина питателя несколько меньше толщины стенки, в которую он подводится. Питатель подводится снизу. Вентиляционные каналы выполняются сверху и с боков. Там же выполнены и промывники. В треугольном коллекторе постоянной толщины неизбежен захват воздуха вследствие расширения потока металла. Чтобы избежать этого явления коллектор должен иметь постоянное уменьшение площади поперечного сечения в направлении питателя. Этого можно достичь криволинейностью хотя бы одной из поверхностей, образующих коллектор. В упрощенном варианте коллектор можно выполнить клиновидной формы, оформленным четырьмя плоскостями. Главная особенность такой схемы – использование двух разъемов с вентами в каждом из них. Наружный контур отливки целиком оформляется в подвижной плите.

Библиографический список

1. Литье под давлением/М. Б. Беккер, М. Л. Заславский, Ю. Ф. Игнатенко и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990.–400 с.
2. Беспористое литье под давлением. ? ton H. K. Pore-free die casting. «Mach. and Prod. J 1972, 121, № 3115, 129–134 (англ.)
3. Литье под давлением/ред. А. К. Белопухов, М.: Машиностроение, 1975.–400 с.
6. Вентиляционное устройство для пресс-форм. Мураками Хирофуми; Ниссан дзидося к. к. Заявка 60–92059, Япония. Заявл. 27.10.83, № 58–201425. 23.05.85. МКИ В 22 D 17/22, В 22 С 9/06.

УДК.669.187.56

СТУПИН Я.М., ЯРОВАЯ Е.И.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СЛИТКОВ ИЗ СТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Ответственные металлоизделия атомного, энергетического, тяжелого и нефтехимического машиностроения, связаны с обеспечением высоких эксплуатационных характеристик материалов, надежности корпусов, роторов, валов, трубопроводов, прокатных валков и других элементов оборудования. Решение этих задач связано с использованием современных способов производства исходной литой заготовки. Экономически эффективной технологией,

позволяющей обеспечивать высокую степень физической и химической однородности, строго лимитированное содержание легкоокисляющихся элементов, равномерного их распределения, дисперсности первичной литой структуры, оптимального состава, морфологии и топологии неметаллических включений, является электрошлаковый переплав .

Несмотря на значительный прогресс технологий выплавки и внепечной обработки стали, до сих пор имеется ряд нерешенных проблем конечного этапа формирования слитка методом электрошлакового переплава из сталей специального назначения, таких как: гофра, пережимы, повышенное содержание углерода в донной и головной частях слитка, пригар флюса в донной части слитка [1]. В связи с этим приобретают несомненную актуальность вопросы определения оптимальных скоростей переплава и охлаждения, выбор режимов переплава на старте и вывода усадочной раковины в конце переплава и подбора состава флюса [2, 3].

Состав флюса имеет определяющее значение для получения качественной поверхности слитка (без гофр), равномерному химическому составу по высоте слитка, отсутствию пригара и высокой скорости переплава при обязательном сохранении оптимальных характеристик по вязкости, электросопротивлению, десульфурирующей и рафинирующей способностям. Разработка состава недорого экологически безопасного флюса с использованием доступных промышленных продуктов и отходов производства при одновременном сохранении его высоких эксплуатационных свойств является важной задачей. Ее решение, с учетом подбора оптимальных, с точки зрения минимальных затрат электроэнергии и обеспечения заданного качества продукта, режимов электрошлакового переплава, позволит полностью устранить дефекты слитков из сталей специального назначения.

Библиографический список

1. Ястреб Ю.М. Теория и технология переплава. «Машиностроение», 1991.320 с.
2. Л.И. Клукина. Эффективность разных установок ЭШП. – Москва, 2007. – 135 с.
3. Макуров С.Л. Мотренко С.А. Совершенствование технологии Электрошлакового переплава, 2002. – 214 с.

УДК 621.762

УЛЬЯНОВ А.К. ЧЕБЕРЯК О.И.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АНТИФРИКЦИОННЫХ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ В УСЛОВИЯХ АО ПКО «ТЕПЛООБМЕННИК»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Изделия из антифрикционных металлокомпозитных материалов на основе меди выпускаются в виде заготовок, втулок, биметаллических и других деталей, предназначенных для различных узлов трения. Такие изделия широко применяются в машино-, автомобиле-, авиастроении, в производстве нефтегазового оборудования, запорной арматуры, бытовой техники и в электротехнической промышленности.

Основные преимущества антифрикционных изделий из металлокомпозитов на основе меди, в том числе бронзографита заключаются не только в свойствах исходных материалов, таких как высокая тепло- и электропроводность, повышенная коррозионная стойкость и других, но и свойствах, достигаемых в результате осуществления этапов технологического процесса производства, например пористость, самосмазываемость, низкий коэффициент трения и повышенная коррозионная стойкость [1].

Из часто используемых, традиционных способов производства подобных изделий можно выделить такие, как: прокатка ленты металла с дальнейшей гибкой, сваркой или ковкой; а также литье расплава в формы с последующей механической обработкой.

В сравнении с традиционными, к инновационным методам производства рассматриваемой металлопродукции относятся методы порошковой металлургии отличающиеся экономичностью за счет исходного сырья; технологичностью изделий по отношению к требуемым свойствам; точностью изготовления; высоким показателем технологического выхода годного продукта; простотой процесса производства с точки зрения технологии и логистики; низкой трудоемкостью; экологичностью производства [2].

Однако, на данный момент, получение подобных изделий методами порошковой металлургии сопровождается рядом трудностей, связанных с: высокой себестоимостью продукции; жесткими требования к исходным (порошковым) материалам по составу; особенностями характеристик применяемого оборудования; низкой вовлеченностью в исследования процессов производства.

Предполагается, что стабильный выпуск качественных изделий и повышение эффективности их производства может быть достигнуто в результате перехода к цифровому методу производства и приобретению нового оборудования.

В качестве перспективных вариантов решения поставленных задач рассматриваются следующие предложения:

- применение современных программ цифрового моделирования с целью имитации и оптимизации процесса производства позволит снизить затраты на исследование структуры и свойств проектируемых деталей;
- использование установок классификации сыпучих материалов позволит повысить степень однородности фракций применяемых порошков на медной основе и стабилизировать химический состав получаемых изделий;
- применение специального прессового оборудования увеличит производительность технологической цепочки получения готовой продукции и повысит однородность, и следовательно, качество структуры выпускаемых изделий.

Библиографический список

1. Изготовление полуфабрикатов и изделий из порошков меди и медных сплавов: учебное пособие / Ю.Н. Логинов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 208 с. Изготовление полуфабрикатов и изделий из порошков меди и медных сплавов: учебное пособие / Ю.Н. Логинов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 208 с.
2. Процессы порошковой металлургии. Версия 1.0 [Электронный ресурс]: курс лекций / Е. Н. Осокин, О. А. Артемьева. – Электрон.дан. (5 Мб). – Красноярск: ИПК СФУ, 2008 – 421 с.

УДК 621

ШИЛЯЕВ А.А., РЯБОВА Л.И.

ВНЕДРЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ СИСТЕМЫ ГК «РОСАТОМ» В ДЕЙСТВУЮЩЕЕ ПРОИЗВОДСТВО ООО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОД»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Предварительные технико-технологический аудит и оценка организационно-технической структуры ООО «Нижегородский литейный завод» (НЛЗ), входящего в Группу ГАЗ, проведенные в условиях необходимости наращивания производственной программы выпуска качественного чугунного литья для выполнения государственного заказа, выявили ряд проблем, связанных с технологическим суверенитетом, производственными и логистиче-

скими потоками, высокое применением существенной долей ручного труда, нерациональным распределением мощностей и загрузки оборудования.

В этой связи целью данной работы было оценить возможности полного или частичного внедрения на НЛЗ Производственной системы ГК «Росатом» (ПСР), характеризующейся как наиболее удачный российский аналог производственной системы фирмы «Тойота», обеспечившей высокий уровень культуры, низкую дефектность и бережливость производства и потому получившей мировое признание.

Для достижения цели использован лучший опыт применения канбан-сигналов, а также методики 5S для организации рабочего места и повышения эффективности труда, реализован принцип TPM (Total Production Maintenance), который помог повысить производительность оборудования по производству продукции для единичного (линейный) потока. Помимо этого в работе реализована методология Lean в форме спроектированного нового оборудования, которое почти в три раза снизило выбросы пыли и существенно уменьшило образование таких отходов производства как чугунная стружка и окалина. Оборудование работает по принципу удаления пыли не в открытое помещение, а в изолированную зону приема и далее по приточной вентиляции в окружающую среду с промежуточной очисткой выбросов в циклоне.

С учетом пожеланий потребителя была разработана новая линейка продукции, включающая рядные головки блока цилиндров для двигателей повышенной мощности, проведены мероприятия и реализованы технические решения по повышению эффективности и снижению массы литниково-питающих систем, а также профилактике образования на отливках дефектов сорного, усадочного и газового происхождения.

Проектом предусмотрена автоматизация производства, способствующая высвобождению линейного производственного персонала и перенаправлению его по потокам обработки продукции со снижением доли ручного труда.

Как показали экономические расчеты, срок окупаемости проекта составляет менее одного года, а затраты на выпуск литья сокращаются на 25%, что позволяет ожидать высокий экономический эффект в условиях действующего серийного производства НЛЗ.

УДК 669.2

ШКИЛЁВА Д.А., РЯБОВА Л.И.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ПЕРЕПЛАВА ИЗ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ АО “РУСПОЛИМЕТ”

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Вакуумно-дуговой переплав (ВДП) никелевых сплавов является эффективным инструментом в металлургии и производстве изделий и слитков из металлов. Это процесс переплава металла с использованием электрической дуги в вакуумной среде, который широко применяется в промышленности для производства высококачественных металлических изделий [1].

На заключительном этапе формирования слитка методом ВДП из никелевого сплава зачастую возникает проблема усадочной раковины [1].

Исследование технологии ВДП никелевых сплавов предполагает множество потенциальных выгод. Разработка новых методов и подходов может улучшить энергопотребление, стабильность дуги и оптимизировать параметры переплава. Это может снизить затраты на производство, улучшить качество конечных изделий и сделать никелевые сплавы доступными для различных отраслей промышленности [2].

Предприятие проводит исследования образования усадочных дефектов на слитках из никелевого сплава на заключительном этапе формирования. В целях повышения качества слитков и снижения вероятности усадочных дефектов в никелевых сплавах, ставится задача выбора экономически выгодного технологического варианта, применимого к условиям производства и не требующего значительных затрат в ходе внедрения [2].

Параметры переплава, такие как скорость охлаждения, равномерность распределения сплава в кристаллизаторе, температура и давление в процессе кристаллизации, могут повлиять на неоднородное охлаждение и усадку материала, в результате чего возникают раковины. Форма и размер усадочной раковины также должны соответствовать требованиям. [3].

В промежуточном этапе анализа было принято решение внести изменения в ряд параметров заключительного этапа технологического процесса ВДП никелевых сплавов. Целью этих изменений является установление оптимальных параметров переплава для повышения качества и снижения вероятности усадочных дефектов на никелевых сплавах [3].

Библиографический список

1. Павлов, В.А. Спецэлектрометаллургия сталей и сплавов: учебное пособие / В.А. Павлов, Е.Ю. Лозовая, А.А. Бабенко. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2018. – 168 с.
2. Сосуров, Г.О. Оптимизация режимов выдержки слитков из жаропрочных сплавов в вакуумно-дуговой печи на базе предприятия ОАО «РУСПОЛИМЕТ» / Г.А. Сосуров, Е.А. Чернышов // Успехи современного естествознания. – 2012. – №6. – С. 54-54; URL: https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=30371 (дата обращения: 22.02.2024).
3. Иринин, А.М. Вакуумный дуговой переплав жаропрочных сплавов и высоколегированных сталей / А.М. Иринин, Ю.В. Захаров, В.М. Федотов. – М.: Типография МАП, 1993. – 243 с.

СЕКЦИЯ 7

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

Подсекция 7.1

Ядерная энергетика

УДК 621.039

ТАНГАЛЫЧЕВ Г.Р., ТАРАСОВА Н.П., АНДРЕЕВ В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКВИВАЛЕНТНОГО ПЕРЕХОДА ОТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ К ЕЁ ТЕОРЕТИЧЕСКИМ АНАЛОГАМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование гидравлической характеристики сложного контура циркуляции технических систем актуально и востребовано в энергетике, нефтегазовой и химической промышленности, коммунальном хозяйстве. Получение гидравлической характеристики сложного контура циркуляции экспериментальным путем (проливки контура или его модели) нередко затруднительно, так как необходимо собрать данный контур, что требует времени, а при проливках модели сложного контура – дополнительных финансовых затрат на ее разработку, изготовление и сборку.

Более простым и дешевым способом получения гидравлической характеристики сложного контура циркуляции является ее теоретический аналог. Планируется проведение ограниченного количества экспериментов с циркуляцией воды и воздуха через сложный контур. На основе полученных экспериментальных данных проводится их анализ, а также расчет. По расчетным величинам строятся гидравлические характеристики. Затем отдельно для точек, принадлежащих ламинарному течению, проводится аппроксимация. Для точек с турбулентным течением проводится те же самые действия. Далее аналитическим методом ищем точку пересечения прямой, полученной путем аппроксимации точек с ламинарным течением среды, с осью абсцисс, а затем геометрическим способом определяем тангенс угла наклона прямой относительно оси абсцисс. Вычисленный тангенс угла наклона наносим на обобщённую гидравлическую характеристику. В среде динамического моделирования SimlnTech создаем аналог сложного контура, заменяя геометрические особенности и шероховатости местными сопротивлениями. Изменяя расход, проводим проливку указанного сложного контура. На основе данных, полученных в результате моделирования, строим гидравлическую характеристику. Затем сравниваем тангенсы угла наклона, полученные экспериментальным и расчетным способом.

Обработка гидравлических характеристик специальными методами обобщения безразмерных параметров позволяет получить универсальную обобщенную зависимость, являющуюся теоретическим аналогом сложного контура. На основе указанной зависимости возможно прогнозирование гидравлических сопротивлений сложного контура технических систем.

Библиографический список

1. Идельчик, И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям / И.Е. Идельчик – Москва, 1992. - 335 с.
2. Ляшенко, А.И. Основы моделирования в SimInTech / А.И. Ляшенко, Д.П. Вент, Н.В. Маслова – Новомосковск, 2018 – 42с.

УДК 621.039

БАЛДИН А.А., АНДРЕЕВ В.В.

ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ РАСЧЕТНЫХ АНАЛОГОВ КРИВОЙ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Верный расчёт гидравлического сопротивления спроектированного контура является важным условием, на основе которого подбираются оптимальные элементы установки. Он влияет на её долговечность, безопасность и соответствие установленным условиям работы.

Данное исследование посвящено выявлению обобщённой зависимости гидравлических характеристик теоретического контура. Оно позволяет сократить число проводимых гидравлических испытаний для создаваемых реальных контуров.

Сформированный теоретический контур, варьируемый по значениям длины трубопровода, гидравлического диаметра, шероховатости, количеству местных сопротивлений формирует набор гидравлических характеристик, которые в широком диапазоне описывают систему, где доминирует один из параметров контура.

В процессе работы была рассмотрена зависимость числа Рейнольдса от гидравлического сопротивления при разных значениях расхода, представляющая собой экспоненциальную кривую.

Путём аппроксимации турбулентного и ламинарного участков кривой гидравлического сопротивления были получены уравнения прямых для данных участков. Их пересечение позволяет определить приведённые значения числа Рейнольдса и гидравлического сопротивления. Они показывают потенциальную точку смены режимов. Также было получено значение угла наклона прямой, описывающей ламинарный режим.

Найденные характеристики создают обобщённую трёхмерную зависимость. Множество подобных точек, полученное путем варьирования одной из характеристик созданного контура, является основой для анализа кривых гидравлического сопротивления, полученных экспериментальными путями, и позволяет описать закономерности их поведения.

Библиографический список

1. Идельчик И.Е. Справочник по гидравлическим сопротивлениям/ И.Е. Идельчик- М.: Машиностроение, 1975.
2. Одельский Э. Х. Гидравлический расчет трубопроводов разного назначения. Минск, «Вышэйш. школа», 1967. 103 стр.

УДК 621.039

БАЛДИН А.А.

МЕТОД РАДИОНУКЛИДНОГО ВЕКТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время радиоактивные отходы производятся различными предприятиями. Для захоронения радиоактивных веществ необходимо определять концентрации радиоактивности радионуклидов.

Радионуклиды, излучающие альфа- и бета- излучение, включая низко-энергетические радионуклиды, являются трудноизмеримыми.

Поскольку деструктивные радиохимические анализы отнимают много времени и труда из-за длительного и сложного процесса предварительной химической обработки проб, радиохимического разделения и обнаружения радиации, они нецелесообразны для больших объемов отходов с точки зрения экономической эффективности.

Для определения радиационных характеристик радиоактивных отходов помимо экспериментальных методов контроля применяются так же расчетные методы. Среди них в качестве основного используется метод радионуклидного вектора, поскольку он обеспечивает наиболее надежную оценку трудноизмеримых радионуклидов.

Метод радионуклидного вектора основан на комплексном подходе, при котором по результатам разрушающего контроля радиоактивных отходов и статистической обработки данных определяют закономерности радиационных характеристик радиоактивных отходов, позволяющие в дальнейшем при проведении рутинного контроля ограничиваться неразрушающим измерением активности нескольких реперных радионуклидов, а активности остальных сложнодетектируемых радионуклидов определять расчетным способом.

По результатам измерений удельной активности реперных радионуклидов с применением установленных масштабирующих коэффициентов или параметров линейной регрессии определяют удельную активность контролируемых сложнодетектируемых радионуклидов $A_{\text{СДР}}$, Бк/г, по формуле

$$A_{\text{СДР}} = K * A \ , \qquad (1)$$

где A – удельная активность реперного радионуклида, Бк/г;K – масштабирующий коэффициент, описывающий соотношение между удельной активностью реперного радионуклида и удельной активностью сложнодетектируемого радионуклида в радиоактивных отходах.

1.ГОСТ Р 59968 – 2021. Радиоактивные отходы атомных станций. Определение радиационных характеристик для передачи на захоронение. – Введ. 2021-12-28. – М. : Российский институт стандартизации, 2022. – 35 с.

УДК 539.1

ЕГОРОВА Е.С., ПУПЫНИН В.А., БЕКРЯШЕВ Д.Д.

ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ И СРЕДНЕЙ МОЩНОСТИ В ЭНЕРГЕТИКЕ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ И КЛЮЧЕВЫЕ ВЫВОДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологии малых и средних атомных станций (АС М/СМ) представляют перспективное направление в современной энергетике, обеспечивая эффективное

использование углеводородных ресурсов и расширение их базы. Такие атомные станции позволяют осваивать труднодоступные ресурсы, что повышает потенциал и стабильность энергетики.

Исследования, обосновывающие проекты малых и средних атомных станций, демонстрируют их превосходство над другими технологиями энергоснабжения. Оценка нормированной стоимости электроэнергии (LCOE) учитывает полный жизненный цикл объекта и долгосрочные затраты на генерацию. Технико-экономический анализ включает коэффициент использования установленной мощности, расход и цену топлива, капитальные и эксплуатационные затраты, а также расходы на инфраструктуру и потери энергии.

Сравнительные исследования выявляют значительные преимущества малых и средних атомных станций. Главным достоинством является снижение капитальных затрат благодаря серийному производству и сокращению сроков строительства. Эти станции могут располагаться близко к центрам потребления энергии, что снижает расходы на линии электропередачи, особенно в сложных климатических и географических условиях.

АС М/СМ также повышают безопасность эксплуатации благодаря модульной компоновке и высокому качеству заводской сборки. Поддержание высоких стандартов безопасности требует обучения и сертификации квалифицированного персонала.

Малые атомные станции также могут содействовать развитию водородных технологий и коммерциализации инноваций в энергетике. Это способствует созданию гибридных систем энергоснабжения и энергетических кластеров, что открывает новые возможности для экономического роста и устойчивого развития регионов.

Уменьшение мощности блока без существенных изменений в его конструкции может привести к увеличению удельных капитальных затрат. Для смягчения этого эффекта возможно применение более простой конструкции реактора. Компоновка с интеграцией первого контура может сократить затраты на 15%. Если установлено несколько реакторов малой мощности, общие системы, не влияющие на безопасность, могут использоваться для всех реакторов.

Выводы, основанные на сравнительных исследованиях, указывают на способность малых атомных станций обеспечивать стабильное и надежное энергоснабжение в удаленных районах, улучшая качество жизни местных жителей и стимулируя региональную экономику. Для успешной реализации проектов необходима комплексная оценка эффективности, привлечение инвестиций и обеспечение квалифицированного персонала для безопасного управления атомными станциями малой и средней мощности.

Библиографический список

1. А. А. Саркисова. Атомные станции малой мощности: новое направление развития энергетики. — М. : Академ-Принт, 2015. — 387 с.
2. Алексеев П.Н., Удянский Ю.Н., Шепетина Т.Д. Экономическая эффективность АС большой, средней и малой мощности с учетом риска на этапе строительства. — М. : Типография Сарма, 2021. — 6 с.

УДК 621.039.517.5

ВИХРЕВА А.А.

СРАВНЕНИЕ ПАКЕТОВ COMSOL И ANSYS ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТЕПЛОВЫХ ПРОЦЕССОВ В ТВЭЛАХ РЕАКТОРОВ

Ивановский государственный энергетический университет имени В. И. Ленина

Кроссверификация – проверка, подтверждение, метод доказательств алгоритмов, программ путём их сопоставления.

Для большинства типов реакторов при расчете с использованием прецизионных программ принято считать, что погрешность определяется в основном погрешностью

ядерных данных, однако в конструкторских бюро используются различные программы для моделирования твэлов, что также должно учитываться.

В базе данных Росатома (в отличие от COMSOL) ANSYS является официальным продуктом для выполнения тепловых расчетов. Поэтому для расчета в COMSOL требуется сопоставление с ANSYS.

Актуальность работы заключается в том, что сравнение пакетов COMSOL и ANSYS для моделирования тепловых процессов в твэлах позволит ответить на вопрос, какой пакет моделирования лучше использовать для расчета задач.

Цель работы: сравнить пакеты COMSOL и ANSYS для решения задач определения температурного поля твэла в двухмерной постановке, а именно:

1) с учетом зависимости теплофизических свойств от температуры и без их учета;
2) с учетом отверстия; с учетом зависимости теплофизических свойств от температуры и без их учета;
3) с учетом отверстия; с учетом зависимости теплофизических свойств от температуры и без их учета; с учетом РТО внутри таблетки.

Библиографический список

1. Горбунов В.А. Моделирование теплогидравлических процессов в ядерных реакторах в comsol multiphysics
2. Преимущества и недостатки специализированных пакетов в образовательном процессе [Электронный ресурс]. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/preimuschestva-i-nedostatki-spetsializirovannyh-paketov-v-obrazovatelnom-protsesse/viewer

УДК 621

ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., САМОЙЛОВ А.М.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ЗМЕЕВИКОВОГО РЕКУПЕРАТОРА ПО ТЕПЛОГИДРАВЛИЧЕСКИМ И МАССОГАБАРИТНЫМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Последние годы характеризуются высокими темпами развития атомной энергетики. Ядерные энергетические установки широко применяются для судов надводного и подводного флота. Быстрое развитие ядерной энергетики требует соответствующего увеличения производства и усовершенствования конструкции всего комплекса оборудования. Одним из основных элементов этого комплекса являются теплообменные аппараты (ТА) [1].

При проектировании ТА необходимо разработать аппарат, удовлетворяющий определённым технико-экономическим параметрам и соответствующему техническому заданию. Наиболее общим критерием при создании любого оборудования, в то числе и ТА, являются экономические характеристики, которые, однако можно получить только на завершающей стадии внедрения разработанного ТА. Поэтому часто используют другие критерии оценки ТА, такие как его максимальная масса или объем, допустимые затраты мощности на прокачку теплоносителя [2].

В данной работе рассмотрен теплогидравлический расчет рекуперативного змеевикового аппарата, входящего в состав теплообменника 1-3 контура системы очистки теплоносителя ЯЭУ. И определение оптимальных параметров его конструкции. Трубная система рекуператора состоит из змеевиков, которые навиваются на центральную трубу

диаметром $D_{тр}$ в несколько рядов z. Снаружи трубная система закрыта цилиндрической обечайкой $D_{вн}$. Внутри и снаружи рекуператора вода 1 контура при давлении $P = 15$ МПа.

Исходными данными теплогидравлического расчета являются: расход теплоносителя G, температуры охлаждаемого теплоносителя в трубках на входе $T_1 = 320℃$ и выходе $T_2 = 120℃$, температура нагреваемого теплоносителя в межтрубном пространстве на входе $t_1 = 50℃$ в рекуператор, размеры теплообменных труб (внутренний $d_{вн}$ и наружный $d_{нар}$ диаметры), поперечный S_1 и продольный шаг S_2 расположения труб.

К результатам расчета относятся: скорость теплоносителя в трубках W, число параллельно включенных трубок n, коэффициент теплопередачи $К_{рек}$, площадь поверхности теплообмена F, высота активной части рекуператора $H_{рек}$, мощность, требуемая на прокачку теплоносителя N, объем активной части рекуператора V [3].

В программном средстве Mathcad был проведен полный перебор всех возможных вариантов исполнения рекуператора при заданных исходных параметрах. В качестве переменных величин были выбраны: скорость в трубках W и число цилиндрических змеевиков z. Принято, что оптимальному конструктивному решению соответствует максимальное значение параметра P. В таком случае теплопередающая характеристика будет максимальной при минимальных гидравлических и массогабаритных затратах.

$$P_{опт} = \max_i(P_i);\ P_i = К_{рек_i}/(N_i + V_i)$$

В табл. 1 приведены оптимальные значения величин $W(n), z$ для различных G.

Таблица 1

G, кг/с	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W м/с	1,48	1,89	1,78	1,89	1,86	1,89	1,91	1,85	1,83	1,82	1,9	1,86
n, шт	7	11	18	22	28	33	38	45	51	57	60	67
z, шт	2	3	4	4	5	5	5	6	6	6	7	7

Библиографический список

1. Андреев, П.А., Теплообменные аппараты ядерных энергетических установок [Текст] / П. А. Андреев, Д. И. Гремилов, Е. Д. Федорович; под ред. д-ра техн. наук Н. М. Синева. - Ленинград: Судостроение, 1965. - 352 с.
2. Будов, В.М., Форсированные теплообменники ЯЭУ / В. М. Будов, С. М. Дмитриев. - Москва: Энергоатомиздат, 1989. - 174 с.
3. Ганчев, Б.Г., «Ядерные энергетические установки»: учеб. Пособие для вузов / Ганчев Б.Г., Калишевский Л.Л., Демешев Р.С. и др.; под общ. Ред. Акад. Н.А.Доллежаля. – М.: Энергоатомиздат, 1983. – 504 с.

УДК 621.313.822.3

ВОЗНЕСЕНСКИЙ М.В., ЧЕРНЫШЕВ В.М., СЕДОВ А.Р., КАСАТКИН Н.И., БАСОВ А.А., СЕМЕНЕНКО А.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НЕЙТРОННОГО И ГАММА-ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПОСТОЯННЫЕ МАГНИТЫ ИЗ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Магниты – изделия, главной особенностью которых является наличие собственного магнитного поля. За счет своей силы притяжения и хороших эксплуатационных качеств нашли свое обширное применение в медицине, электроэнергетике, топливной промышленности и атомной энергетике [1].

Однако постоянные магниты обладают «силой» своего действия, определяющей работоспособность установки, для которой он предназначен. Магнитное поле постоянного магнита может изменить свою величину, что приведёт к изменению параметров ответственного агрегата. Поэтому важно изучать условия, влияющие на силу магнитного материала. В данной работе к ним относятся поток быстрых нейтронов и гамма-излучения.

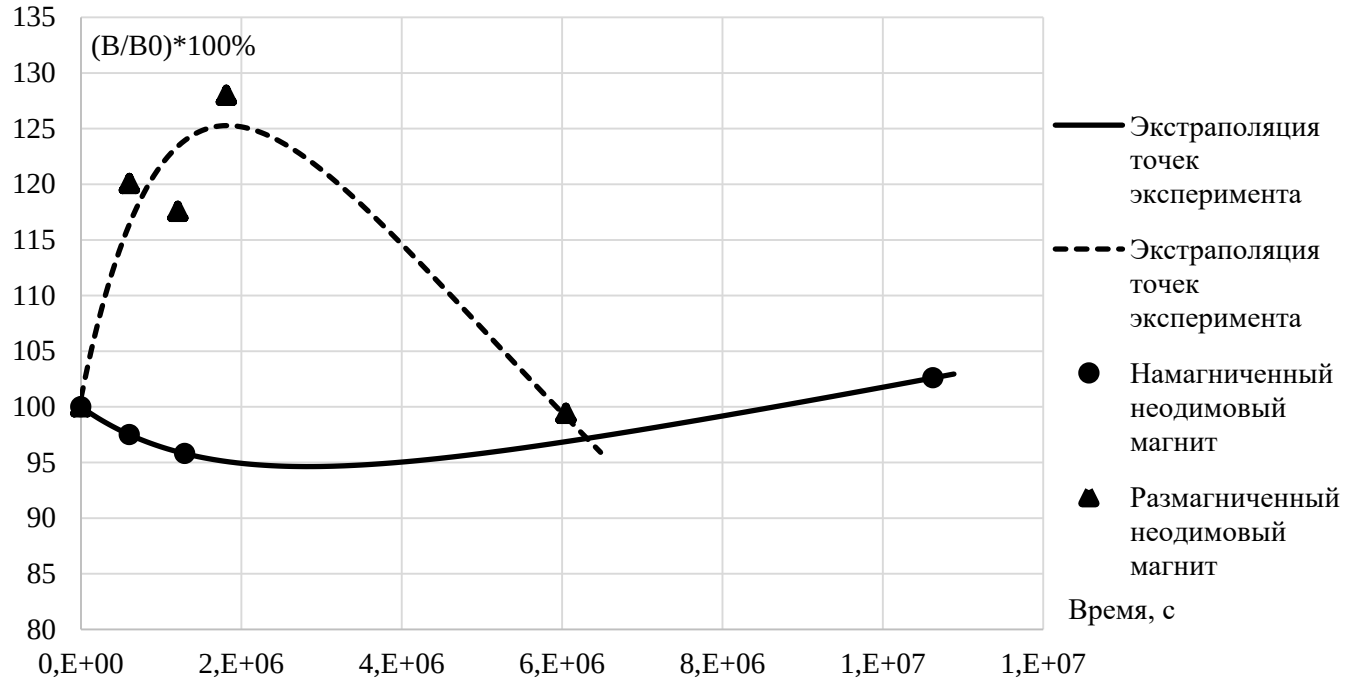


Рис. 1. Доля величины магнитного поля, выраженная в % от величины исходного магнитного поля (B/B0)

В течение года была проведена серия экспериментов (рис.1), в ходе которого образец магнита из неодима размером 20х3 был помещен в нейтронное поле Pu-Be поле источника быстрых нейтронов ИБН-8 ($E_n \cong 4{,}5$ МэВ). Образец располагался в непосредственной близости к источнику плотно прилегая к его части. Плотность потока при этом составляла:

$$\Phi_n = 1{,}6 \cdot 10^5 \text{ н/см}^2 c.$$

Длительное воздействие нейтронного потока приводит к разрушению кристаллической структуры магнитного материала и снижению величины создаваемого потока [2,3].

Pu-Be источник также является сильным излучателем слабого гамма-излучения с энергией квантов порядка $E_\gamma \cong 0{,}1$ МэВ, плотность которого на поверхности образца равна:

$$\Phi_\gamma = 1{,}1 \cdot 10^9 \text{ квант./см}^2 c.$$

Остаточная магнитная индукция была определена до и после эксперимента с помощью миллитесламетра ТПМ-250. Результаты эксперимента приведены на рис. 1. За 7 дней облучения неодимовый магнит потерял 2,5 % от начальной остаточной магнитной индукции, а за 15 дней 4,2 %. Однако, через 123 дня от начала эксперимента образец намагнитился на 2,6%. Аналогичное исследование на самариевом магните дали сходный результат.

Намагничивание объясняется воздействием гамма-излучения. Основным процессом, сопровождающими прохождение гамма-квантов с энергией 0,1 МэВ через вещество являются Фотоэффект и эффект Комптона. Оба этих процесса сопровождаются вырыванием электрона из оболочки. Образующаяся вакансия заполняется электроном с вышерасположенного уровня. При этом, согласно правилу Хунда, оставшиеся электроны располагаются таким образом, чтобы сумма их спиновых чисел была максимальной [4]. Это означает, что сначала электроны располагаются по одному на всех свободных орбиталях

подуровня, и только потом начинают занимать орбитали, на которых уже есть один электрон. Таким образом, число неспаренных электронов будет расти, что приведет к увеличению магнитного момента атома, а, следовательно, и силы магнита в целом.

Также было изучено воздействие гамма-нейтронного излучения на полностью размагниченный от действия высокой температуры неодимовый магнит (рис.1). Результаты эксперимента показали рост остаточного магнитного поля вплоть до 27 дня с последующим возвращением к исходному значению на 70 день.

Дальнейшие исследования воздействия гамма-излучения на образцы магнитов из неодима доказали способность гамма-квантов увеличивать магнитную силу материала. Наибольшее намагничивание было замечено от высокоэнергетического источника кобальта-60, тогда как наименьшее воздействие показал низкоэнергетический источник америций-241.

Библиографический список

1. Щеголев, В. Ю. Радиационная стойкость постоянных магнитов из NdFeB в полях нейтронов высоких энергий / В. Ю. Щеголев. - Дубна: Объед. ин-т ядер. исслед., 2003 (Издат. отд. Объед. ин-та ядерных исследований). - 5 [1] с.
2. Liu, J. Thermal stability and radiation resistance of SM-CO based permanent magnets / J. Liu, P. Vora, P. Dent et al. // Proceed. Space Nuclear Conf. – Boston, 2007.
3. Безродных, И. П. Радиационные эффекты в космосе. Часть 3. Влияние ионизирующего излучения на изделия электронной техники / И. П. Безродных, А. П. Тютнев, В. Т. Семёнов. – М.: АО «Корпорация «ВНИИЭМ», 2017. – 64 с.
4. Фейнман, Ричард. Фейнмановские лекции по физике. Т. V (7) / Ричард Фейнман. Роберт Лейтон, Мэтью Сэндс; [перевод с английского]. – Москва: Издательство АСТ, 2020. – 320 с. – (Фейнмановские лекции по физике).

УДК 621.039

ВОРОБЬЕВ И.В., МАЦИН Н.В., СОБОРНОВ А.Е., РЯЗАПОВ Р.Р., КОТИН А.В.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ РАЗРУШЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ЗАКРУЧЕННЫХ ПОТОКОВ В ОТВОДЯЩЕМ УЧАСТКЕ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА ПРИ ПОМОЩИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время актуальность проблемы устранения закрученных потоков и снижения гидравлического сопротивления в оборудовании становится все более значимой. Наличие устойчивых закрученных потоков рабочих сред приводят к ряду негативных последствий, влияющих на безопасность и надежность работы транспортных ЯЭУ [1]. К ним относятся:

− снижение теплогидравлической эффективности ППУ при повышении мощности ЯР;
− аномальные распределения полей давления и температуры в напорных коллекторах и АЗ корпусных ЯР и трубопроводных системах КД;
− возникновение неравномерности расхода теплоносителя в АЗ.

Наличие вихревых структур также связано с механизмом образования виброакустических резонансов, которые несут негативное влияние на шумность и надежность работы оборудования ЯЭУ.

Научно-исследовательской лабораторией «Парогенерирующие системы» разработан рабочий прототип циклонного магнитогидродинамического фильтра с использованием постоянных магнитов [2]. Главным преимуществом данного фильтра является направление

потока в застойную зону для повышения эффективности фильтрации. По итогам экспериментальных исследований степень фильтрации составила 93,6 %. В ходе исследований было выявлено наличие вихревого потока в отводящем участке.

Для устранения недостатка была разработана новая модель данного фильтра [3]. Выпрямитель потока в новом решении должен соответствовать следующим требованиям: термоустойчивость, низкая стоимость изготовления, минимальное влияние на работу фильтра. Разработаны и исследованы 7 геометрий выпрямителей потока. Численное моделирование проводилось в программном комплексе Ansys Fluent. Основные параметры потока: t = 80 °C, W = 2,5 м/с. Для моделирования турбулентности в данной постановке целесообразно использование модели напряжений Рейнольдса, Reynolds Stress Model (RSM). По итогам расчета были получены графики профилей скорости на выходном сечении, а также значения перепадов давления для соответствующих конструктивных решений.

Наиболее эффективным и соответствующим требованиям оказался вариант выпрямителя с прямыми ребрами длиной 9 м.

В этом случае вихревая структура разделяется на пять независимых вихрей, которые в конечном итоге разрушаются, образуя стабилизированный турбулентный профиль скорости. Кроме того, такая конструкция выгодно отличается простотой изготовления и простотой установки в выходной патрубок.

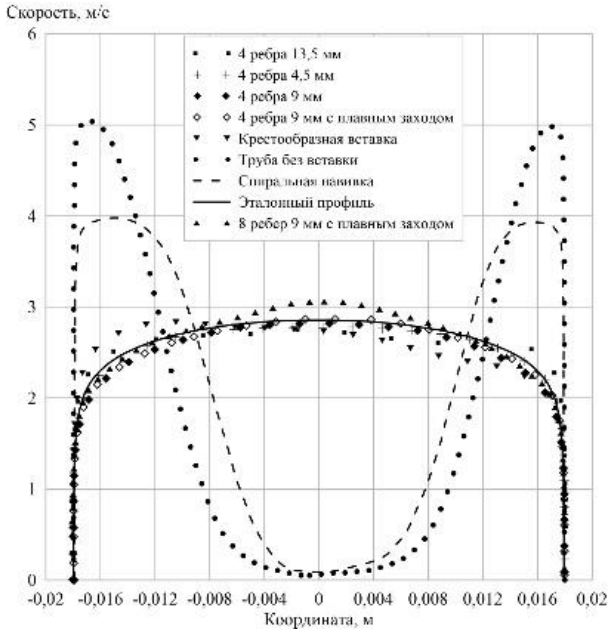


Рис. 1. Профили скорости

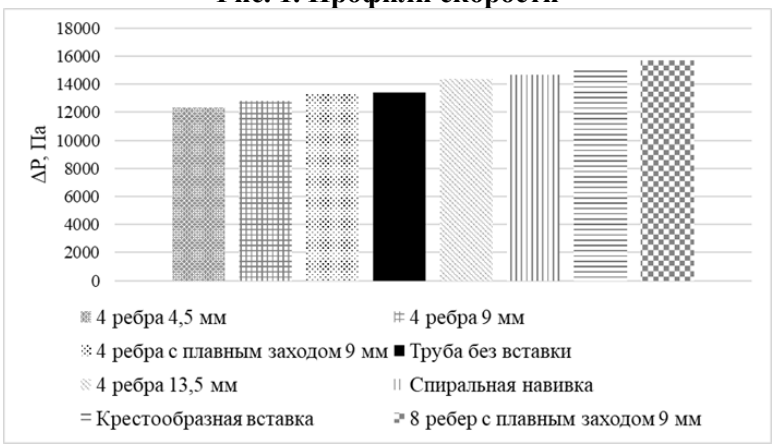


Рис. 2. Значения перепадов давления

Библиографический список

1. Исследование влияния вихревых потоков на элементы ЯЭУ / О. В. Митрофанова, А. Ш. Байрамуков, О. А. Ивлев [и др.] // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. – 2021. – № 4. – С. 72-81. – DOI 10.55176/2414-1038-2021-4-72-81. – EDN CIAACZ.
2. Результаты экспериментального исследования и численного моделирования циклонного фильтра с постоянными магнитами для систем спецводоочистки ЯЭУ / С. М. Дмитриев, А. Е. Соборнов, Р. Р. Рязапов [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2022. – № 3(138). – С. 54-65. – DOI 10.46960/1816-210X_2022_3_54. – EDN HATPLJ.
3. Модернизация проточной части магнитогидродинамического фильтра с применением CFD - кода / И. В. Воробьев, В. П. Иванов, М. А. Налепин, Н. В. Мацин, Р. Р. Рязапов, А. Е. Соборнов // Будущее технической науки : сборник материалов XXII Всероссийской молодежной научно-технической конференции посвященной 125-летию основания Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород, 24 мая 2023 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2023. – С. 500-501.

УДК 621.039.1

ВОРОНОВ А.Н., ИЛЬЧЕНКО А.Г.

К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ ТОРИЯ В ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРАХ

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В настоящей работе приведены результаты теоретического обоснования применения тория в качестве сырьевого материала и сравнение его с ураном и плутонием. Рассмотрены основные ядерные характеристики уран-ториевого и уран-плутониевого циклов: сечения радиационного захвата ^{232}Th и ^{238}U в тепловой области: торий в 2,74 раза эффективней захватывает нейтроны, следовательно, в ториевом реакторе будет меньше потеря нейтронов за счёт паразитных захватов конструкционными материалами и, как следствие, более высокие значения КВ.

Исследовалась зависимость числа вторичных нейтронов $\nu_{эфф}$ для ^{233}U и других изотопов, были рассмотрены сечения деления σ_f и сечения радиационного захвата σ_c для различных изотопов, сделан вывод о наилучшей эффективности деления (σ_f/σ_c) ^{233}U. Рассматривалась балансная формула для коэффициента воспроизводства без учёта выгорания топлива. Её анализ показал, что повышение КВ возможно при увеличении величины $\nu_{эфф}\mu$ и снижении паразитного захвата нейтронов вне топлива. Кроме того, КВ зависит сильно от спектра нейтронов в реакторе, поскольку ядерные константы, в частности, сечения поглощения конструкционных материалов, осколков и продуктов деления снижаются с ростом энергии нейтронов. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение теоретически возможных коэффициентов воспроизводства для различных видов топлива при разных энергиях нейтрона

Энергия нейтрона E, эВ	Среднее число быстрых нейтронов, испускаемых на один акт деления, $\nu_{эфф}$			1+α			Коэффициент воспроизводства	
	^{233}U	^{235}U	^{239}Pu	^{233}U	^{235}U	^{239}Pu	^{233}U	^{239}Pu
0,026	2,54	2,46	2,88	1,13	1,184	1,42	1,25	1,03
10^3	—	2,46	2,88	—	1,48	1,65	—	0,75
10^5	—	2,47	2,90	1,08	1,13	1,18	1,34	1,46
$5\cdot10^5$	—	2,50	2,95	—	1,10	1,10	—	1,68

Анализ таблицы показывает, что целесообразно использовать торий в качестве делящегося материала в реакторах на тепловых нейтронах. Применения тория в реакторах на быстрых нейтронах не так эффективно, как ^{239}Pu.

Рассмотрены преимущества ториевого цикла и его недостатки:серьёзным недостатком ториевого цикла является большой период полураспада ^{233}Pa (27 сут.), что на порядок больше, чем для ^{239}Np (2,36 сут.) уранового цикла. В результате в ториевом реакторе образуется значительная равновесная концентрация ^{233}Pa, что негативно скажется на коэффициенте воспроизводства. Применение тория ограничивается тем, что в дальнейших реакциях образуются изотопы с высокой степенью активности. Главный из них – ^{232}U жёсткий γ- излучатель с периодом полураспада 73,6 года. Анализ опубликованных данных показал, что в ториевом цикле возникает гораздо меньше плутония и долгоживущих актинидов (Np, Am, Cm), чем в плутониевом, минимизируется радиоактивность в ОЯТ. В результате рассмотрения вопроса о сжигании плутония был сделан вывод о более продуктивном сжигании плутония в ториевом цикле.

Была рассмотрена динамика цен на уран и сделан вывод, исходя из отчётов МАГАТЭ: несмотря на большую распространённость тория в земной коре, его добыча и обработка требует значительных капиталовложений, вдобавок к этому ториевый цикл плохо проработан: технология переработки топлива (THOREX) требует совершенствования. Торий не интересен, пока стоимость килограмма природного урана не превысит 300$.

УДК 530.3

ВЯЗОВ И.А., ЯШИНА Н.Ф., КАРАЗАНОВ И.С.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК АТОМОВ ИНЕРТНЫХ ГАЗОВ ПРИ ПОМОЩИ ЭФФЕКТА РАМЗАУЭРА-ТАУНСЕНДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

В ряде явлений, обусловленных состоянием и поведением микрочастиц, необходимо знать их характеристики. Одним из способов их определения являются результаты экспериментов по упругому рассеянию «медленных» электронов на атомах инертных газов (эффект Рамзауэра-Таунсенда).

Этот эффект заключается в том, что вопреки классическому представлению о монотонном увеличении сечения рассеяния при таком взаимодействии σ с уменьшением энергии электронов E эксперимент показывает нарушение этой монотонности. На кривой зависимости $\sigma(E)$ наблюдаются максимумы и минимумы.

Наличие этих экстремумов объясняется квантовым представлением об электроне и его взаимодействии с атомом. Электрон обладает волновыми свойствами, описываемыми так называемой волной де-Бройля. Взаимодействие электрона с атомом трактуется, как прохождение этой волны в области, где существует потенциальная яма, созданная атомом. Попадая в поле атома, волна дважды отражается от стенок потенциальной ямы, при этом отраженные волны могут интерферировать [1,2]. .

. В результате такого рассмотрения были получены формулы: для оценки характерного размера атома (ширина ямы) l и первого резонансного потенциала (глубина ямы) U_0

$$l = \frac{h\sqrt{5}}{\sqrt{32m(E_2 - E_1)}} \qquad 1$$

$$U_0 = \frac{4}{5}E_2 - \frac{9}{5}E_1 \qquad 2$$

В (1) и (2) E_1 и E_2 – энергии электронов, при которых наблюдаются первые минимумы и максимумы сечения рассеяния соответственно.

Экспериментально исследовалось взаимодействие «медленных» электронов с атомами инертного газа в тиратроне, заполненном аргоном или ксеноном. По полученной вольтамперной характеристике устанавливались значения энергии электронов, соответствующие максимуму тока (минимум сечения рассеяния) и минимуму тока (максимум сечения).

Результаты эксперимента приведены в табл. 1.

Таблица 1. **Результаты расчета**

	Ar	*Xe*
l, нм	0,20	0,24
U_0, *В*	9,4	6,3

Отметим, что эти результаты коррелируют с приведенными в [3,4].

Библиографический список

1. Шпольский Э.В. Атомная физика, т.1, М.: Наука, 1974.
2. Дж. Тейлор Теория рассеяния, М: Мир, 1969.
3. Лебедев В.И. Ионно-атомные радиусы и их значение для геохимии и химии, Л: Изд-во ЛГУ им. Жданова, 1969.
4. Bondi A. The Journal of Physical Chemistry V.68, №3, p. 441, 1964.

УДК 539.1

ГОРЕЛЫШЕВ М.А., СЕМЕНЕНКО А.Н., МЕЛЬНИКОВ И.А., ЧЕБОТАРЕВ С.В.

РАЗРАБОТКА АППАРАТНО-ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА УЧЕБНОГО РАДИОМЕТРА «СТЕЛЛА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день в России недостаточно представлены промышленные модели радиометров, предназначенных для использования в учебном процессе, как в высших учебных заведениях, так и в учреждениях среднего образования. В то же время, ввиду активного развития ядерной энергетики, как в ее традиционном виде, так и в виде новых, перспективных направлений (ВТГР) [1], представляется очевидным необходимость более углубленного изучения процессов, связанных с ионизирующим излучением в лабораторном практикуме по ядерной физике [2].

Целью данной работы является создание учебного радиометра, способного решать задачи, связанные с подсчетом и обработкой импульсов, поступающих от первичного преобразователя, регистрирующего ионизирующее излучение.

Разработанный учебный радиометр «Стелла» представляет собой аппаратно-программный комплекс, обладающий следующими основными возможностями: непрерывная регистрация и подсчет импульсов по любому из трех каналов, либо по всем трем каналам одновременно, либо в течении заранее установленного времени (1-3600с); плавное изменение напряжения на счетчике Гейгера-Мюллера, используемого в качестве первичного преобразователя в диапазоне от 200В до 700В с дискретностью 1В; реализация алгоритма тройных совпадений при подключении одновременно трех счетчиков Гейгера-Мюллера; настраиваемая звуковая и световая индикация попадания частиц.

Аппаратное обеспечение реализовано на базе Open source платформы Arduino NANO с микроконтроллером ATMEGA328P. Программа управления контроллером написана на языке Arduino C. Программа связи аппаратного модуля и PC, а также графическая оболочка, написана на языке C# с использованием кроссплатформенной библиотеки Avalonia. Обмен информацией между аппаратной частью радиометра и PC реализован через UART-интерфейс.

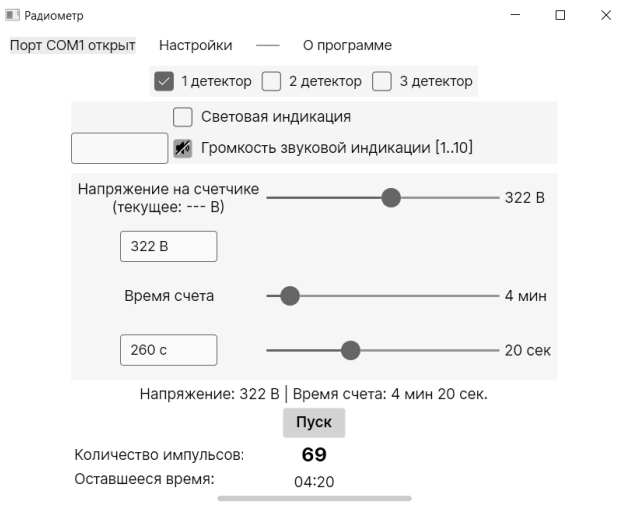


Рис. 1. Интерфейс программы учебного радиометра «Стелла»

Разработанный учебный радиометр был верифицирован с применением частотомера Ч3-32 и показал достоверность количества подсчитываемых импульсов. Кроме того, действующий образец учебного радиометра «Стелла» на данный момент используется в ИЯЭиТФ при проведении работ по курсу «Ядерная физика».

Библиографический список

1. Гребенник В.Н. Высокотемпературные газоохлаждаемые реакторы – инновационное направление развития атомной энергетики / В.Н. Гребенник, Н.Е. Кухаркин, Н.Н. Пономарев-Степной – М.: Энергоатомиздат, 2008. – 136 с.
2. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник для вузов: в 3 томах / К. Н. Мухин. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, [б.г.] Том 1: Физика атомного ядра – 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-7208-6

УДК 621.039.534

ДОРОФЕЕВ В.В., ШАШКОВ С.Е., ВОЛКОВ Н.С., СУМИН Р.В., ПОГОРЕЛОВ М.Д.
ЗЫРЯНОВА Т.К., БОКОВА Т.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ГАЗОНАСЫЩЕНИЯ НА ОБЪЕМ ТЯЖЕЛОГО ЖИДКОМЕТАЛЛИЧЕСКОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технологический институт им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время установки с ТЖМТ вызывают большой интерес. Ведется разработка многоцелевого гибридного исследовательского реактора для высокотехнологичных применений MYRRHA (SCK.CEN, Бельгия). Ведется разработка свинцового реактора мощностью 465 МВт от «Westinghouse». В Швеции компания "LeadCold Reactors",

разрабатывает реактор малой мощности со свинцовым теплоносителем SEALER. Китайский институт технологии безопасности ядерной энергетики ведёт разработку серии реакторов CLEAR с теплоносителями, основанными на свинце. В России также продолжаются работы по применению свинцового теплоносителя в реакторных установках, в частности строящийся БРЕСТ-ОД-300, разрабатываемые реакторы серии СВБР и установка БРС-ГПГ, прорабатываемая на базе НГТУ.

В процессе эксплуатации реакторной установки, а также работы экспериментального или исследовательского стенда, контур будет насыщаться большим количеством примесей. Одной из них являются газы и/или пары воды, образуемые в процессе восстановления оксидов теплоносителя или в процессе аварийного истечения рабочего тела из парогенератора. Кроме того, при изменении газонасыщения ТЖМТ, будет меняться уровень теплоносителя, что может привести к отклонению от требуемого режима работы.

Отсюда появляется соответствующая задача экспериментально провести анализ влияния процесса газонасыщения на изменения характеристик экспериментальных контуров, со свинцовым теплоносителем. Для достижения данной цели необходимо решить следующие задачи:

- исследовать способы введения газосодержащих смесей в контур ТЖМТ;
- исследовать изменение свободного уровня теплоносителя в зависимости от типа отверстия истечения газа.

Исследование было проведено на статическом исследовательском стенде ФТМ-2023 лаборатории «Реакторная гидродинамика» с использованием в качестве исследуемого теплоносителя расплава свинца при температуре до 450˚С. Расплав ТЖМТ насыщался потоками аргона и водорода под уровень расплава свинца с использованием трёх различных экспериментальных участков с различной конфигурацией выходных отверстий для поиска зависимостей влияния структуры потока газа и вида газа на газонасыщение и изменение объема теплоносителя.

Из данных эксперимента следует, что при заданных условиях, имитирующих ожидаемые рабочие параметры реакторных установок, а также реальные рабочие режимы исследовательских стендов, не было зафиксировано изменений уровня свинцового теплоносителя при использовании выбранных способов истечения легкой фазы.

Изменение используемых экспериментальных участков, уровней теплоносителя и смены вводимого газа не позволило в имеющихся условиях получить зависимости, выходящие за пределы погрешностей средств измерения или повторяющие предыдущие исследования по данной тематике.

УДК 621.039

ДУДИНА М.А., САМОЙЛОВ А.М., АНДРЕЕВ В.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ИСТЕЧЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ИЗ СОСУДОВ ПОД ДАВЛЕНИЕМ В СРЕДЕ РАЗРАБОТКИ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ SIMINTECH

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент для достижения технического суверенитета, необходима верификация и валидация программных продуктов российского производства. Примером подобной валидации является уточнение результатов расчета параметров теплогидравлической модели в среде SimInTech [1] .

В рамках верификации и валидации кода SIT рассмотрена модель протекания запроектной аварии, связанной с разгерметизацией основного и страховочного корпусов реакторной установки.

Для верификации рассматриваемого теплогидравлического модуля SIT производилось сравнение результатов моделирования с аналитическим решением системы дифференциальных уравнений [2], описывающих процесс истечения сред в рассматриваемой задаче. Сравнение производится по параметрам, характеризующим процесс истечения (давление, уровень и объем жидкости, объем газа, время истечения теплоносителя).

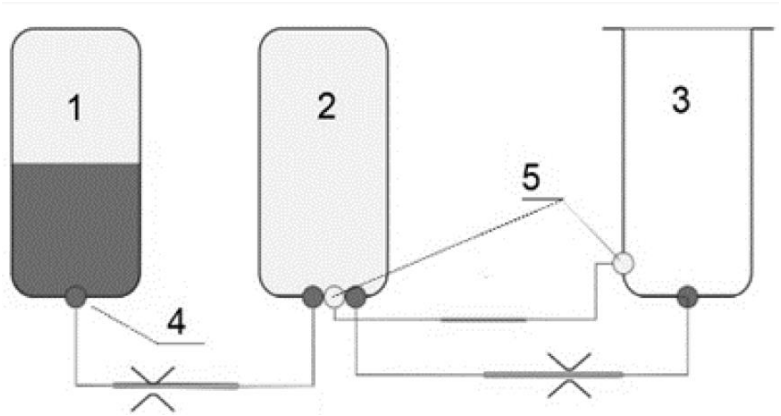


Рис. 1. Нодализационная схема рассматриваемой задачи

На рис. 1 изображена нодализационная схема в SIT "реактор - страховочная полость - реакторный зал", где 1 - реактор (представляет собой закрытый сосуд под давлением с некоторым уровнем теплоносителя), 2 - страховочная полость (закрытый сосуд под избыточным давлением), 3 - открытый сосуд большего объема (моделирует помещение реакторного зала), 4 - гидравлический узел, связывающий сосуды по теплоносителю, 5 - гидравлический узел, связывающий сосуды по газу.

В результате выполненных расчетов получено, что результаты моделирования и аналитического решения сходятся с высокой степенью точности. Решена задача верификации и валидации рассматриваемого программного модуля SimInTech применимо к вопросам истечения сред из сосудов под давлением.

Библиографический список

1. Чугаев Р.Р.. Гидравлика - 4-е изд. - Энергоиздат, 1982.
2. Щекатуров А.М., Корсаков А.Р.: Методика моделирования динамики паротурбинной установки ТК-35/38-3,4 на базе кода HS-ДМК-Пресс. 2022.

УДК 539.1

ЕГОРОВА Е.С., ПУПЫНИН В.А., БЕКРЯШЕВ Д.Д.

СРАВНЕНИЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ФИЛЬТРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Очистка воды на промышленных предприятиях является ключевым фактором для обеспечения качества продукции и эффективного функционирования оборудования. Использование различных методов водоподготовки позволяет добиться высокого качества воды, но механическая фильтрация остается основой любой системы очистки. В этой статье мы рассмотрим основные аспекты сетчатых и дисковых фильтров, их преимущества и недостатки, а также проведем сравнение этих двух типов фильтров.

Выбор подходящего фильтра для системы водоподготовки является сложной задачей из-за множества факторов, включая тип загрязнения воды, требования к качеству очистки, условия эксплуатации и экономические соображения. Сетчатые и дисковые фильтры имеют свои уникальные особенности и преимущества, которые необходимо учитывать при выборе оптимального фильтра для конкретного случая.

Основной целью данного исследования является сравнение эффективности сетчатых и дисковых фильтров в системах водоподготовки промышленных предприятий. Мы проанализируем их способность удалять твердые частицы и примеси из воды, а также оценим их эксплуатационные характеристики, такие как частота обслуживания и замены фильтрующих элементов.

Эффективность фильтрации. Для оценки эффективности фильтрации необходимо определить размер частиц, которые могут быть удалены фильтром. Сетчатые фильтры могут иметь размер ячеек от нескольких микрон до десятков микрон, в то время как дисковые фильтры могут удалять частицы размером менее микрона.

Производительность. Расчет производительности фильтрации основывается на объеме воды, который фильтр способен обработать за единицу времени. Это важный показатель для выбора фильтра в зависимости от объема воды, необходимого для обработки.

Частота обслуживания. Частота обслуживания фильтра зависит от его конструкции и степени загрязнения воды. Сетчатые фильтры требуют регулярной очистки или замены фильтрующих элементов, тогда как дисковые фильтры могут функционировать дольше без замены дисков.

Расчет экономической эффективности. Включает анализ затрат на приобретение, установку и обслуживание фильтров, а также оценку экономии от повышения качества воды и предотвращения поломок оборудования.

Сетчатые фильтры. Простые в использовании и устойчивые к высоким температурам и давлению. Они подходят для удаления крупных твердых частиц, но требуют регулярного обслуживания и замены фильтрующих элементов.

Дисковые фильтры. Обеспечивают более тонкую фильтрацию благодаря специальным дискам, но также требуют обслуживания. Подходят для удаления микроорганизмов и мелких частиц.

Выбор оптимального фильтра зависит от конкретных потребностей предприятия, характера загрязнения воды и условий эксплуатации.

1.Фрог Б.Н., Левченко А.П. Водоподготовка: Учебн. Пособие для вузов. — М.: Издательство МГУ, 1996 г. — 680 с.

УДК 621.039

ЗАУЗОЛКОВА Н.О., САБУРИНА Т.С., САМОЙЛОВ А.М., АНДРЕЕВ В.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛООБМЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ МАЛОГО РАДИУСА ГИБА РАЗЛИЧНОГО ИСПОЛНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование гидравлических характеристик теплообменного оборудования является неотъемлемым процессом при его конструировании и вводе в эксплуатацию. Однако серии опытных работ непосредственно на новом оборудовании требуют больших затрат ресурсов и времени.

Данная работа посвящена изучению поведения гидравлических характеристик змеевиков малого радиуса гиба, которые в настоящее время являются перспективными для компоновки трубных систем теплообменного оборудования.

На базе лаборатории кафедры «Ядерные реакторы и энергетические установки» НГТУ им. Р.Е. Алексеева находится стенд для проведения гидравлических испытаний. Установка состоит из газодувки, анемометра, дифференциального манометра и опытного участка, в который помещаются опытные образцы. Опытный образец представляет собой модель змеевика малого радиуса гиба, в центре которого располагается вытеснитель, имитирующий затеснение межтрубного пространства соседними змеевиками. Змеевики изготавливались из стандартной трубки диаметром 6,4 мм, центральный вытеснитель выполнен в виде двух вариантов: диаметром 25 мм и 32 мм. Также были рассмотрены три варианта шага навивки: 25 мм, 50 мм, 75 мм.

В результате серии испытаний были получены экспериментальные данные, на основании которых была найдена и построена зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от числа Рейнольдса [1], схематично представленная на рис.1. Для качественного анализа полученных данных коэффициент гидравлического сопротивления приведен на один виток опытных образцов змеевика малого радиуса гиба.

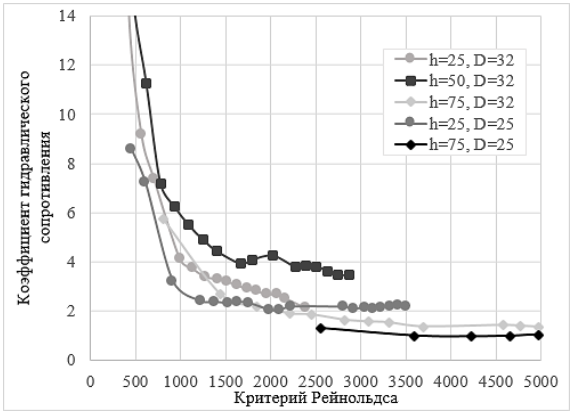


Рис.1. Зависимость коэффициента гидравлического сопротивления от критерия Рейнольдса

На основе анализа полученных зависимостей можно сделать вывод, что в области малых значений критерия Рейнольдса коэффициент гидравлического сопротивления змеевиков малого радиуса гиба увеличивается, а в области больших значений уменьшается, переходя в постоянное значение начиная с некоторого числа Рейнольдса для каждого образца.

---

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа . — 7-е изд. — М.: Дрофа, 2003. — 840с.

УДК 530.3

ЗОТНИКОВ В.В., СТОРОЖУН К.А., ШМАГИН М.М., ЯШИНА Н.Ф.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СЕЧЕНИЯ УПРУГОГО РАССЕЯНИЯ ЭЛЕКТРОНОВ НА АТОМАХ ГАЗА ОТ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для микрочастиц с ненулевой массой покоя (например, электронов), актуально исследование зависимости сечения упругого рассеяния на свободных атомах от энергии этих микрочастиц. Согласно классической теории, поперечное сечение упругого рассеяния (σ) должно монотонно возрастать с уменьшением энергии электронов (eU). Если же

пользоваться квантовой теорией и учитывать волновые свойства микрочастиц, то эта зависимость не монотонна. На кривой зависимости сечения рассеяния от энергии налетающих частиц должны наблюдаться максимумы и минимумы. Это явление называется эффектом Рамзауэра – Таунсенда [1].

В предлагаемой работе этот эффект подтверждается экспериментально с помощью исследования вольтамперной характеристики тиратрона, полученной при прохождении «медленных» электронов в среде инертного газа.

Электроны, испускаемые катодом, движутся в слабом электрическом поле и взаимодействуют с атомами газа. Исследуется вольтамперная характеристика тока специального разрядного промежутка между катодом и анодом. Решая задачу о зависимости тока (*I)* от напряжения (*U*), ускоряющего электроны можно получить:

$$I = \frac{n_e e^2 S}{\sigma n_a d}\sqrt{\frac{U}{2me}} \qquad (1)$$

где m, e - масса и заряд электрона, S, n_e - площадь токопроводящего канала и концентрация электронов в нем, n_a - концентрация газа в тиратроне, d – межэлектронное расстояние. Из (1) следует отношение электронных токов I и I_0 для двух ускоряющих электроны напряжений U и U_0.

$$\frac{I}{I_0} = \frac{\sigma_0}{\sigma}\sqrt{\frac{U}{U_0}}. \qquad (2)$$

Из(2) можно найти сечение рассеяния σ при данной энергии электрона eU через соответствующее значение его σ_0 при некоторой произвольной (эталонной) энергии eU_0

$$\sigma = \sigma_0 \frac{I_0}{\sqrt{U_0}} \cdot \frac{\sqrt{U}}{I} = C\frac{\sqrt{U}}{I}. \qquad (3)$$

Константу C можно получить, используя некоторую реперную точку на эталонном графике $\sigma(U) \in$ [2,3]. Полученная таким способом зависимость приведена на графике (рис.1). В работе исследовалось взаимодействие электронов с атомами аргона и ксенона.

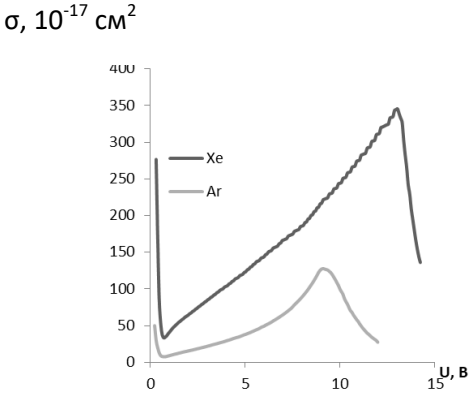


Рис. 1. Зависимость сечения рассеяния от напряжения

Библиографический список

1. Н. Мотт, Г. Месси, Теория атомных столкновений // «Мир» - М., 1969.
2. S.G. Kukolich Amer. J. Pys. // Demonstration of the Ramsauer-Townsend Effect in a Xenon Thyratron. – 1968. - т. 36 – № 8.
3. Б.Ш. Перкалькис УФН - т. 105 - вып. 4, 1971.

УДК 53.05

ИВАНОВ Н.А., БАСОВ А. А., СЕМЕНЕНКО А. Н.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА АЛЬФА-ДЕТЕКТОР «ФИМУ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является разработка, производство и успешная апробация лабораторного стенда для изучения альфа-излучения. Лабораторный стенд «ФИМУ» рис.1 выполнен с применением аддитивных технологий. Он содержит в своем составе: блок детектирования (счетчик Гейгера-Мюллера (СГМ) производства «ООО НПФ КОНСЕС»), источник альфа–излучения (ИИ) на основе изотопа Pu^{239}, алюминиевый коллиматор и механизм линейного перемещения источника излучения относительно детектора.

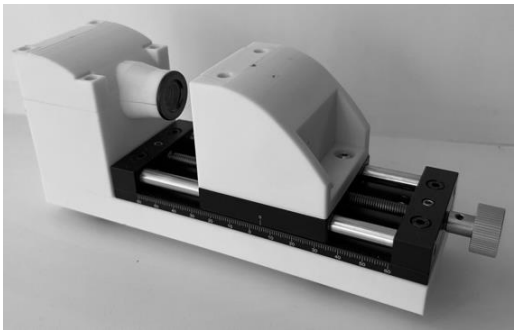


Рис. 1 Лабораторный стенд «ФИМУ»

В данной работе реализован принцип определения энергии альфа–частиц по их пробегу в воздухе [1]. На основе экспериментальных данных, обучающиеся получают значение энергии испускаемых альфа- частиц. В дальнейшем, используя соотношение Гейгера-Неттола, рассчитывается период полураспада изотопа Pu^{239}. В качестве пересчетного устройства в данной лабораторной работе используется разработанный в ИЯЭиТФ им. Ф.М. Митенкова учебный радиометр «Стелла».

Разработанный лабораторный стенд успешно апробирован при проведении лабораторных работ по курсу «Ядерная физика» студентами ИЯЭиТФ. На рис. 2 приведена полученная зависимость числа импульсов в зависимости от расстояния между детектором и источником.

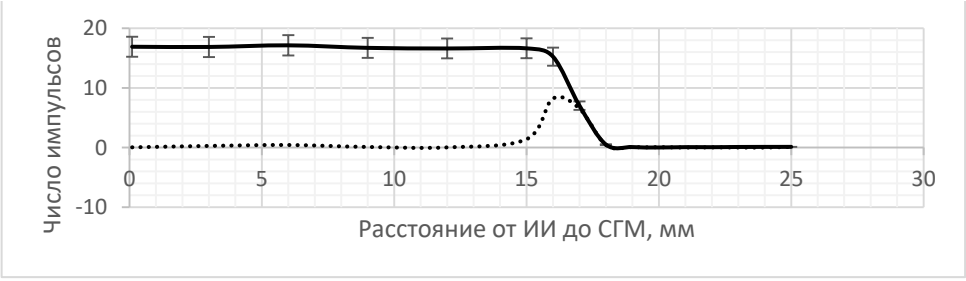


Рис. 2 График числа импульсов в зависимости от расстояния между детектором и источником

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник для вузов: в 3 томах / К. Н. Мухин. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, [б.г.] Том 1: Физика атомного ядра – 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-7208-6

УДК 53.05

ИВАНОВ Н.А., БАСОВ А. А., СЕМЕНЕНКО А. Н.

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА БЕТА-ДЕТЕКТОР «ФИМП»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является разработка, производство и успешная апробация лабораторного стенда для изучения бета-излучения. Лабораторный стенд «ФИМП» выполнен с применением аддитивных технологий. Он содержит в своем составе: блок детектирования (счетчик Гейгера-Мюллера «Бета 6» (СГМ) производства «ООО НПФ КОНСЕС»), источник бета–излучения (ИИ) на основе изотопа Sr^{90}, свинцовый коллиматор и паз для установки фильтров-поглотителей.

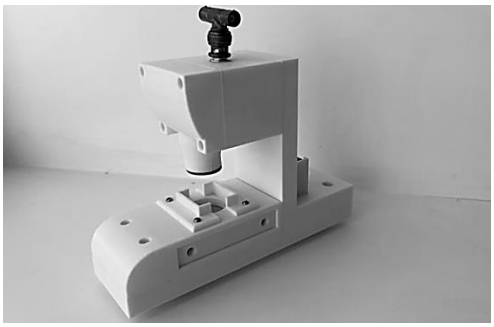


Рис. 1 «Лабораторный стенд ФИМП»

Суть лабораторной работы сводится к тому, что изменяется число листов фильтров-поглотителей между ИИ и СГМ, далее производится расчет числа импульсов на детекторе. В результате обработки полученных результатов обучающиеся рассчитывают верхнюю границу β-спектра [1]. В качестве пересчетного устройства в данной лабораторной работе используется разработанный в ИЯЭиТФ им. Ф.М. Митенкова учебный радиометр «Стелла».

Разработанный лабораторный стенд успешно апробирован при проведении лабораторных работ по курсу «Ядерная физика» студентами ИЯЭиТФ. На рис. 2 приведена полученная зависимость числа импульсов в зависимости от расстояния между детектором и источником.

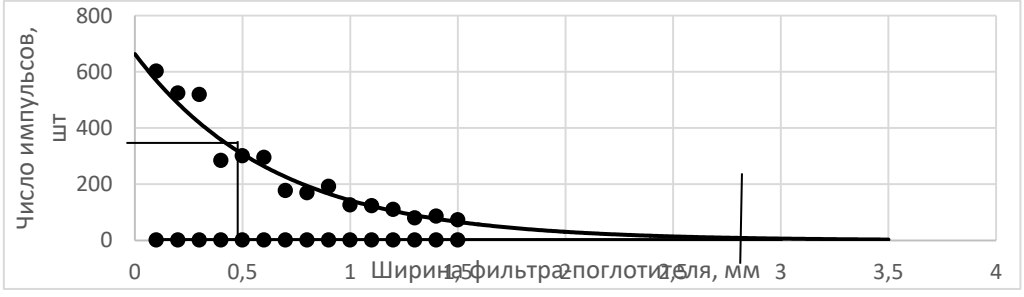


Рисунок 2 «Результат лабораторных измерений для листов алюминия»

1. Мухин К.Н. Экспериментальная ядерная физика: учебник для вузов: в 3 томах / К. Н. Мухин. – 8-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, [б.г.] Том 1: Физика атомного ядра – 2021. – 384 с. – ISBN 978-5-8114-7208-6

УДК 621.039.51.

П.О. ИЛЬИН, Е.Р. ГРОЗНЫХ, А.Н. СЕМЕНЕНКО, В.В. АНДРЕЕВ

ИММЕРСИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ ПОДКРИТИЧЕСКИХ СБОРОК

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время важность исследований, проводимых на подкритических сборках, является неоспоримым фактом. Особую актуальность подобные исследования имеют в процессе обучения студентов профильных специальностей. В то же время, проведение подобных работ является сложной задачей, как с технической, так и с финансовой точки зрения, кроме того, соблюдения требований Роспотребнадзора и Ростехнадзора при эксплуатации подкритических сборок в вузах является в большинстве случаев, практически невыполнимой задачей.

НГТУ им. Р.Е. Алексеева активно вводит в процесс обучения магистров ПИШ виртуальные аналоги подкритических сборок. В частности, в НГТУ установлен виртуальный аналог уран-водной сборки, разработанный в рамках совместного проекта МИФИ и Росатома.

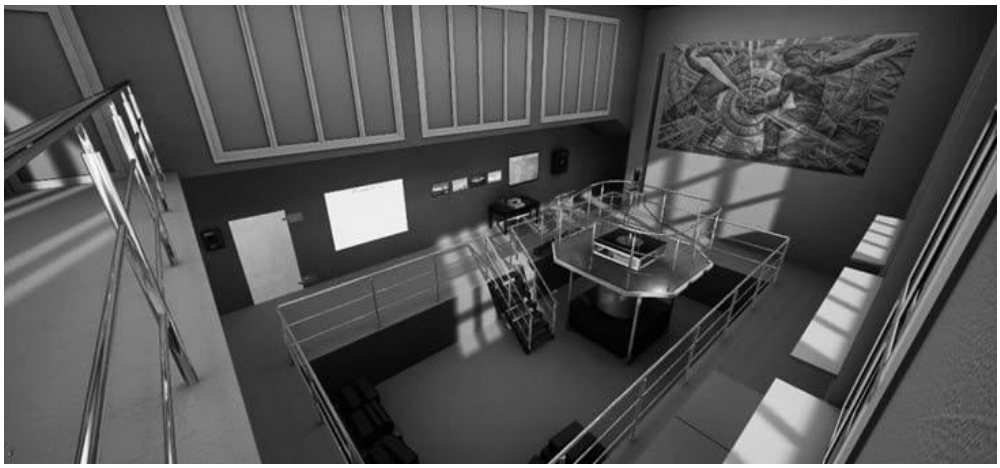


Рис. 1. Внешний вид виртуальной уран-графитовой сборки

Данная работа функционирует в лаборатории иммерсивных технологий, созданной в рамках программы ПИШ.

В ходе выполнения работы, обучающиеся проводят измерения нейтронного поля в различных режимах работы сборки, получают численные данные, необходимые для получения зависимости материального параметра от шага решетки. Кроме измерений, необходимых для получения искомой зависимости, обучающиеся имеют возможность оценить значения радиационного фона помещения, накопленной за время проведения работы дозы, а также визуализировать нейтронные поля в подкритической сборке и визуализировать радиационные поля в помещении.

После проведения виртуальной работы обучающиеся фиксируют полученные данные в протокол, проводят необходимые расчеты, оформляют и защищают отчет по выполненной работе.

---

1. Методические указания: основы теории экспериментов на подкритических сборках со стационарным нейтронным полем, 2024. – 34 с.

УДК 621.039.51.

Е.Р. ГРОЗНЫХ, П.О. ИЛЬИН, А.Н. СЕМЕНЕНКО, В.В. АНДРЕЕВ

ВИРТУАЛЬНЫЙ АНАЛОГ УРАН-ВОДНОЙ СБОРКИ

НГТУ им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наблюдается стремительное развитие ядерной энергетики, что подчеркивает неоспоримую важность исследований, проводимых на подкритических сборках. НГТУ имени Р.Е. Алексеева активно внедряет в образовательный процесс виртуальные модели подкритических сборок для магистрантов, изучающих физику и ядерные технологии. Одним из значимых достижений стало развертывание виртуальной модели уран-водной сборки, разработанной в рамках сотрудничества МИФИ и Росатома

Такие инновационные педагогические подходы реализуются в специализированной лаборатории иммерсивных технологий, созданной в рамках программы ПИШ. Проведение работ по теме "Экспериментальное определение зависимости материального параметра от шага уран-водной решетки" представляет собой значимый шаг в формировании навыков экспериментального измерения, обработки и интерпретации пространственных распределений плотности потока нейтронов в подкритической сборке. Целью проведения данного исследования является изучение зависимости материального параметра от шага уран-водной решетки при использовании статического источника нейтронов.

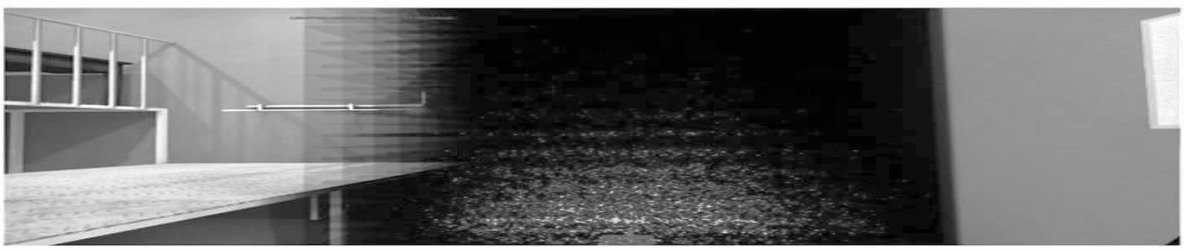


Рис. 1. Визуализация нейтронных потоков

Экспериментальное определение данной зависимости позволяет получить важные данные о влиянии шага решетки на эффективность работы ядерной установки. Изучение данного вопроса является ключевым для оптимизации процессов, связанных с ядерной энергетикой, и позволяет повысить эффективность функционирования уран-водной сборки.

В ходе эксперимента студентам предоставляется возможность активного участия в процессе измерения, обработки и анализа данных, что способствует их профессиональному росту в области ядерной физики. Полученные результаты позволяют не только выявить влияние шага уран-водной решетки на материальный параметр, но и провести качественную интерпретацию полученных данных с целью оптимизации параметров ядерной установки.

Таким образом, проведение экспериментального исследования по определению зависимости материального параметра от шага уран-водной решетки является важным этапом в обучении студентов и обеспечивает ценные практические навыки для работы в области ядерной энергетики.

---

1. Методические указания: основы теории экспериментов на подкритических сборках со стационарным нейтронным полем, 2024. – 34 с.

УДК 539.1

КАРТАШОВ В.А., БАСОВ А.А., ПОСТНОВ А.Ю., ЛИХАЧЕВ Д.Н.

ИЗУЧЕНИЕ α-РАСПАДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОЛЛИМАТОРНОГО УСТРОЙСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день не теряет своей актуальности исследование α-распада, например, полученные закономерности позволяют оценить радиоактивные свойства и внутреннюю структуру ранее неизвестных тяжелых ядер, в которых преобладает данный вид ядерной реакции [1, с 220-221].

Данная работа ставит своей целью проверить возможность упрощения классической методики расчета [2, с 91-97] путем введения в установку с радиоактивным препаратом ^{239}Pu коллиматора, который представляет собой ряд параллельных сквозных отверстий в толще поглощающего материала. Использование подобного устройства по предположению позволит получать параллельные пучки частиц и, таким образом, не учитывать в расчете так называемый геометрический фактор $f_{геом}$ [2, с 95], расчет которого является трудозатратной задачей.

Используемые в работе данные получены на экспериментальной установке (рис.1); с их помощью построен теоретически верный график зависимостей среднего количества частиц $N_{пр}$, зарегистрированных счетчиком без учета космического фона, а также модуля производной этой величины от толщины воздушного зазора X между источником и счетчиком (рис. 2).

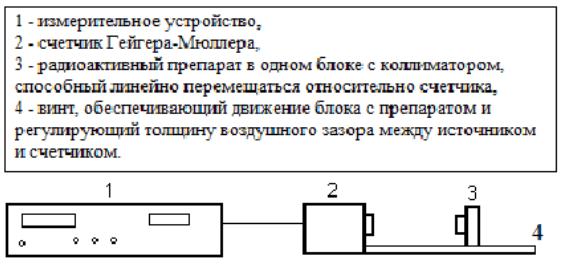


Рис. 1. Схема установки

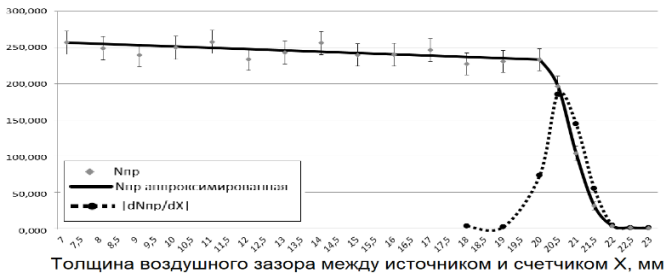


Рис. 2. График расчетных зависимостей

Наиболее интересные для расчета и построения графика данные представлены в табл. 1.

Таблица 1

Таблица экспериментальных и расчетных данных

X,мм	<$N_{фон}$>	N1	N2	N3	<N>	ΔN	$N_{пр}$	$\lvert dN_{пр}/dX \rvert$
20	13	260	239	240	246	16	233	73
20,5		215	211	203	210	14	196	185
21		108	135	108	117	11	104	145
21,5		42	45	47	45	7	31	55

По графику ранее была определена величина среднего пробега $R\alpha_{ср} \approx 2{,}06 \pm 0{,}05$ см, с помощью которой, учитывая поправки на поглощение энергии в окошке счетчика и покрытии препарата, определяется величина кинетической энергии частицы $T_{\alpha} \approx 5{,}15$ МэВ, что соответствует справочным данным для ^{239}Pu. Подобный результат свидетельствует о верности расчетных зависимостей при использовании коллиматора и возможности вышеописанного упрощения процесса расчета.

Библиографический список

1. Перлман И., Гиорсо А., Сиборг Г.Т. Систематика альфа-радиоактивных изотопов. // Успехи физических наук. – 1950. – Т.XLII, № 2. – С. 220-281.
2. Басов А.А., Замятин С.А., Радионов А.А., Скворцов А.Ф. Лабораторный практикум по ядерной физике: учебное пособие/ А.А. Басов, С.А. Замятин, А.А. Радионов, А.Ф. Скворцов – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет.2006. -148 с.

УДК 621.039

КНЯЗЬКИН Д.В., БОРОДИН С.С., КУРИЦИН Д.Д., НИКОЛАЕВ Д.С.,
МАРИНИН А.А., СОКОЛОВ Д.С.

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОЛЯ ТЕМПЕРАТУРЫ В ТВС РУ ВТГР

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

В реакторных установках происходит много взаимосвязанных процессов, для определения характеристик которых возможно применение CFD-кодов, поскольку они описывают процессы более точно по сравнению с консервативными одномерными методами расчёта.

Для обоснования теплотехнической надежности РУ ВТГР возникает ряд требований для расчёта поля температуры активной зоны, среди которых наиболее важным является недопущение разрушения топлива.

Активная зона ВТГР набирается из шестигранных тепловыделяющих сборок (ТВС), каждая из которых состоит из каналов охлаждения и топливных стержней, расположенных в треугольной компоновке [1]. Для оптимизации расчёта была выделена шестая часть ячейки ТВС. Ячейка ТВС и плоскость разреза представлены на рис. 1.

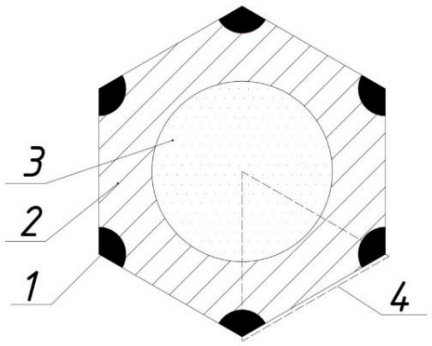


Рис. 1 Ячейка ТВС: 1 – топливо, 2 – графит, 3 – гелий, 4 – плоскость разреза

Для получения поля температуры использовался пакет программ «ЛОГОС». Моделирование проводилось при различных значениях объёмного энерговыделения в топливе и постоянным значением объёмного расхода теплоносителя. Учитывалось изменение теплофизических параметров (динамическая вязкость, теплоёмкость, плотность) от температуры. [2]

В результате проведённых расчётов было получено температурное поле в ячейке ТВС и выполнено сравнение результатов расчётов, полученных в пакете программ «ЛОГОС» и при решении задачи в одномерной постановке. Погрешность полученной температуры в топливе для расчётного моделирования в «ЛОГОС» относительно решения в одномерной постановке составляет 15%, что является удовлетворимым значением для задач теплогидравлики. В

связи с этим можно сделать вывод: применение пакета программ «ЛОГОС» для расчётов характерных задач в активной зоне РУ ВТГР позволит сократить время оценки распределения температур в ТВС ВТГР по сравнению с экспериментальными исследованиями, требующими значительно большего количества времени.

Библиографический список

1. Кодочигов Н.Г. Ядерные энергетические установки с высокотемпературными модульными газоохлаждаемыми реакторами / Кодочигов Н.Г. [и др]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. – 745 с.
2. Дмитриев С.М. Применение CFD-программы ЛОГОС для получения граничных условий для программы поячейкового расчета ТВС активной зоны / С. М. Дмитриев, А. А. Добров // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. – 2023. – № 2. – С. 222-230.

УДК 621.039

КОРОЛЕВ А. В.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ПОВЕДЕНИЕ НЕРЖАВЕЮЩЕЙ СТАЛИ В УСЛОВИЯХ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПЕРВОГО КОНТУРА РЕАКТОРА ВВЭР

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Коррозионные процессы в активной зоне ядерного реактора неизбежны со стороны, как топлива, так и теплоносителя. Ключевыми вопросами данного процесса являются скорость его протекания и глубина поражения. При повышенных температурах в условиях интенсивного внешнего облучения любой теплоноситель вне зависимости от типа ядерного реактора при контакте с твэлами, каналами для циркуляции теплоносителя, системами трубопроводов и корпусами реакторов является в той или иной степени агрессивным.

В литературе имеется мало данных о роли радиолиза воды в коррозии компонентов активной зоны из нержавеющей стали в условиях эксплуатации ВВЭР. Существуют методы, где используется пучок протонов высокой энергии для контроля образования радиолитических соединений на границе раздела между образцом из нержавеющей стали и водой в электрохимической ячейке с высокой температурой и высоким давлением, работающей в диапазоне 25 °C/1 бар–300 °C/ 90 бар. Ячейка предназначена для регистрации потенциала коррозии на границе раздела нержавеющая сталь/вода, установленной рядом с циклотроном, подающим пучок протонов. В данном методе сравнивается изменение потенциала до, во время и после облучения протонами.

Первые результаты получены с водным раствором, содержащим бор, литий и растворенный водород, как в первом контуре теплоносителя ВВЭР. Границы раздела нержавеющая сталь/вода облучаются при температуре от 25 °C до 300 °C, при этом на границе раздела появляются протоны с энергией 22 МэВ. Изменение потенциала свободной коррозии сильно зависит от температуры и/или давления. Для данной температуры и давления оно меняется с изменением потока и старением границ раздела нержавеющая сталь/вода. Обнаружена важная роль воздействия температуры облучения на электрохимические процессы. Эти результаты дают лучшее понимание роли радиолиза в коррозии нержавеющей стали в условиях высоких температур.

Облучение границ раздела нержавеющая сталь/вода в средах ВВЭР показало влияние радиолиза воды на потенциал нержавеющей стали. Облучение интерфейсов протонами вызывает изменение электрохимического потенциала. Более того, чем выше поток, тем выше сдвиг потенциала из-за облучения. На границе раздела облученная нержавеющая сталь/вода также наблюдались два основных эффекта. Прежде всего, наблюдается эффект старения. Возникновение электрохимической реакции из-за облучения. Полученные результаты

необходимо учитывать при проектировании современных реакторных установок для обеспечения надежности конструкций.

Библиографический список

1. Benoist Muzeau, Stéphane Perrin, Catherine Corbel, Dominique Simon, Damien Feron Electrochemical behaviour of stainless steel in PWR primary coolant conditions: Effects of radiolysis // Journal of Nuclear Materials. - December 2011. - №Volume 419, Issues 1–3. - C. Pages 241-247.
2. Кравченко В.В., Цыганкова С.Д. Влияние коррозии конструкционных материалов твэлов на радиационную безопасность энергоблоков АЭС с ВВЭР // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2020. №1.

УДК 621.039

КОСОЛАПОВ И.С., САТАЕВ А.А., АНДРЕЕВ В.В.

БЕЗОПАСНОСТЬ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗООХЛАЖДАЕМЫХ РЕАКТОРОВ (ВТГР)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В рамках работы Международного форума поколения IV направление высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов (ВТГР) было определено как одно из шести перспективных реакторных технологий для разработки.

Одной из ключевых задач, решаемых при проектировании, является обеспечение уровня безопасности, исключающего возможность «запроектных» аварий. Её решение достигается благодаря принятию следующих конструктивных решений:

- теплоноситель реактора – газ гелий, который не разлагается при высоких температурах и облучении в реакторе и не взаимодействует химически с конструкционными материалами и топливом;
- конструкционный материал внутриреакторных – искусственный графит с низким содержанием примесей, стойкий при высокой температуре, химически не взаимодействует с гелием;
- микросферическое топливо, представляющее собой частицу топлива с многослойным термо- и радиационно стойким покрытием из пироуглерода и карбида кремния.

Главной особенностью данного типа реакторов помимо прочих является использование микросферического топлива.



Рис. 1. Схематичное представление микросферического топлива

Каждый слой покрытия выполняет определённую функцию:

- **BPyC** – пористый буферный слой, создающий объём, в котором собираются газообразные продукты деления и CO/CO_2;
- **PyC –** внутренний слой, защищающий керн от хлористого водорода при нанесении SiC покрытия, а также снижающий возможное повреждение SiC продуктами деления и CO/CO_2 при эксплуатации;
- **SiC –** основной силовой слой, удерживающий твёрдые и газообразные продукты деления и сохраняющий бóльшую часть своих свойств при высоких температурах;
- **OPyC –** наружный слой, обеспечивающий защиту хрупкого SiC слоя от повреждений при производстве топлива.

Анализ приведённой информации позволяет сделать вывод о высокой надёжности первого физического барьера (микротвэла), который удерживает бóльшую часть радиоактивных продуктов деления.

1.Ядерные энергетические установки с высокотемпературными модульными газоохлаждаемыми реакторами: монография / Н.Г. Кодочигов [и др.]; под общей ред. В.В. Петрунина; Нижегор. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2017 г. – 745 с.

УДК 53.072

КОЧЕТКОВА Т.М., ВОРОБЬЕВА В.А., ЦВЕТКОВА И.А.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЗМЕЕВИКОВ МАЛОГО РАДИУСА ГИБА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Теплообменные аппараты со змеевиками малого радиуса гиба широко распространены и пользуются спросом в атомной энергетической промышленности. Теплообменное оборудование с таким типом змеевиков обладает высокой эффективностью теплообмена, надежностью работы при циклических нагрузках и улучшенными массогабаритными характеристиками. Данные факторы являются определяющими при проектировании судовых реакторных установок нового поколения.

Эффективность теплообмена проявляется в высокой турбулентности потока. Надежность работы обеспечивается: самокомпенсацией температурных расширений за счет применения термопластичной теплообменной поверхности, выравниванием температурных полей из-за применения одного типоразмера элемента, концентрированием действия давления только на пучок змеевиков и коллектора.

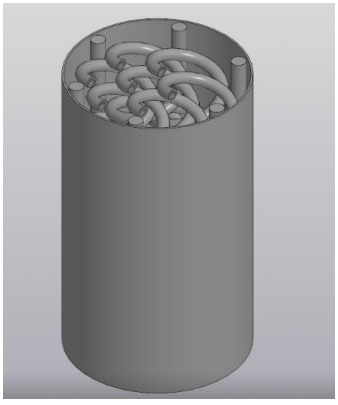


Рис. 1.Обзор 3D модели трубной системы ЗМРГ с кожухом

Библиографический список

1. Запевалов Д.А., Суминов О.Д., Фролов М.В., Добров А.А., Аношкин Ю.И. «Исследование гидравлических характеристик пучка змеевиков малого радиуса гиба»
2. Соколов А.В., Щекин Д.В., Моисеев Д.В., Бых О.А., Трофимчук С.В., Шоронов С.И. «Теплообменный элемент (варианты)» https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37357681
3. Суминов О.Д., Запевалов Д.А., Фролов М.В., Добров А.А., Аношкин Ю.И. «Исследование теплофизических характеристик пучка змеевиков малого радиуса гиба»
4. Головко В.Ф., Дмитриев И.В., Кодочигов Н.Г., Бых О.А. «Разработка и исследования компактного теплообменного оборудования для АЭС с высокотемпературным газоохлаждаемым реактором»

УДК 621.039.5

КУРИЦИН Д.Д., ЛЕГЧАНОВ М.А., НИКОЛАЕВ Д.С.,
СОКОЛОВ Д.С., КНЯЗЬКИН Д.В., МАРИНИН А.А.

РАЗРАБОТКА АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО СТЕНДА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕЙ СБОРКИ С ПОГЛОЩАЮЩИМ СТЕРЖНЕМ СУЗ РЕАКТОРА ВТГР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент разрабатывается проект атомной станции теплоснабжения (АЭТС) с высокотемпературным газоохлаждаемым реактором (ВТГР) [1-2]. На этапе проектирования новой реакторной установки ключевой задачей является создание активной зоны, обеспечивающей высокие технико-экономические показатели, в сочетании с необходимым уровнем безопасности. В тоже время, не существует точных экспериментальных данных по распределению локальных скоростей и расходов теплоносителя в каналах охлаждения, а также в поглощающем стержне (ПС) системы управления и защиты (СУЗ), топливной сборки ВТГР. Для решения этой проблемы была проведена работа по обоснованию параметров экспериментального стенда для исследования гидравлических характеристик каналов охлаждения тепловыделяющей сборки (ТВС) и канала ПС СУЗ.

Анализ критериев подобия, описывающих особенности гидравлики конструкции ТВС ВТГР, показал, что основное воздействие на изучаемый процесс оказывают числа Рейнольдса и Маха. Для дальнейшей оценки параметров стенда было проведено численное и экспериментальное моделирование на упрощенной модели ТВС с ПС СУЗ.

В процессе исследований были сформулированы требования к экспериментальному стенду. Оптимальный масштаб экспериментальной модели был определен как 1:1. Уменьшение масштаба нецелесообразно в виду малых размеров кольцевых зазоров, с другой стороны, увеличение масштабов, приводит к существенному увеличению затрат на создание стенда. Как и штатная ТВС, экспериментальная модель имеет блочную структуру.

Характеристики оборудования исследовательского стенда позволяют создавать перепад давления на экспериментальной модели до 14000 Па, при этом общий расход воздуха через экспериментальную модель составляет 1 $м^3$/с. Данный расход расхода воздуха обеспечивает соответствие штатным критериям подобия, что подтверждает соблюдение условий гидродинамического подобия между стандартной конструкцией ТВС и экспериментальной моделью.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-0003).

Библиографический список

1. Митенков Ф.М., Кодочигов Н.Г., Васяев А.В., Головко В.Ф. Высокотемпературный газоохлаждаемый реактор — энергоисточник для промышленного производства водорода // Атомная энергия. - 2004. - Т. 97. - № 6. -С. 432-446.
2. Пономарев-Степной Н.Н., Алексеев С.В., Петрунин В.В. и др. Атомный энерготехнологический комплекс с высокотемпературными газоохлаждаемыми реакторами для масштабного экологически чистого производства водорода из воды и природного газа. — Газовая промышленность, 2018, № 11, С. 94-102.

УДК 621.039

МАРИНИН А.А., ЛЕГЧАНОВ М.А., КУРИЦИН Д.Д., НИКОЛАЕВ Д.С., КНЯЗЬКИН Д.В., СОКОЛОВ Д.С.

РАСЧЕТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОКАНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ДЛЯ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ ВТГР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее времяактивно ведутся работы по проектированию реакторной установки ВТГР, которая может вырабатывать не только электроэнергию, но и высокопотенциальное тепло. Важным аспектом при анализе безопасности является определение расхода теплоносителя через активную зону реактора ВТГР. [1]

Для этих целей было проведено расчетное моделирование поканального распределения теплоносителя на входном участке активной зоны ВТГР. Расчетная модель состояла из трех взаимно расположенных ТВС, представляющих собой графитовую шестигранную призму с каналами охлаждения, с фиксированным технологическим зазором между ними. Для оптимизации ресурсов и времени расчета в качестве расчетной модели была взята одна треть от ТВС (рис.1). Это решение основывается на том, что геометрия ТВС обладает центральной симметрией. Исследование распределения расхода теплоносителя через ТВС было выполнено с помощью пакета программ «ЛОГОС». Моделирование проводилось при различных значениях расхода теплоносителя, протекающего через активную зону реактора, без учета его нагрева по мере прохождения расчетной модели. [2]

В результате выполненных расчетов были получены численные значения расходов теплоносителя, протекающего в зазоре между ТВС и в каналах охлаждения, приведенные в процентах от суммарного расхода гелия, движущегося через расчетную модель. Было установлено, что с увеличением расхода теплоносителя через ТВС возрастает доля расхода, протекающего в зазоре между ними (рис.2). Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-0003).

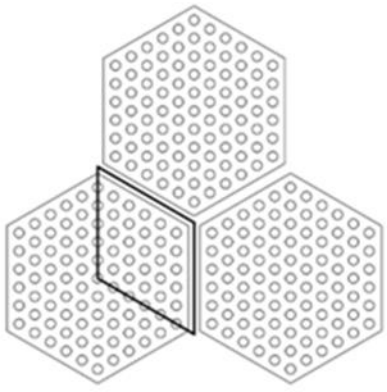


Рис.1. Взаимное расположение ТВС в активной зоне реактора ВТГР

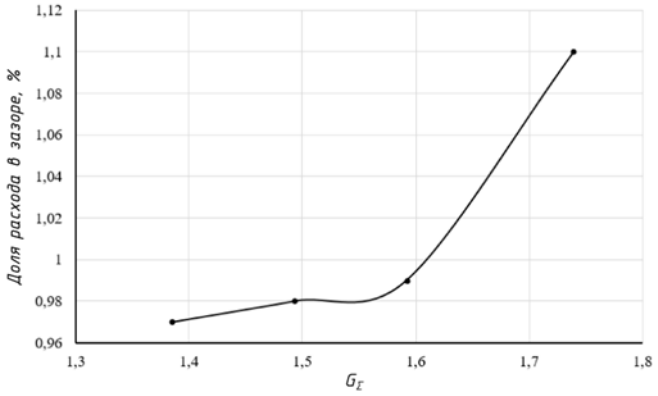


Рис.2. Зависимость доли расхода в зазоре от суммарного расхода через расчетную модель

Библиографический список

1. Кодочигов Н.Г. Ядерные энергетические установки с высокотемпературными модульными газоохлаждаемыми реакторами / Кодочигов Н.Г. [и др]; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е.Алексеева. – Нижний Новгород, 2017. – 745 с.
2. Дмитриев С.М. Применение CFD-программы ЛОГОС для получения граничных условий для программы поячейкового расчета ТВС активной зоны / С. М. Дмитриев, А. А. Добров // Вопросы атомной науки и техники. Серия: Ядерно-реакторные константы. – 2023. – № 2. – С. 222-230. – EDN EPPKWR.

УДК 539.1

МАРКЕЕВА Т.М., СЕМЕНЕНКО А.Н.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙТРИНО В ОБЛАСТИ ГЛОБАЛЬНОЙ КОММУНИКАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Возможность коммуникаций с помощью нейтрино начала активно обсуждаться учеными с конца 1960-х годов. Этот способ привлекателен в силу того, что эти частицы беспрепятственно проникают через любой материал. Поэтому они могли бы служить надежным носителем информации в таких средах, где распространение электромагнитных волн затруднено или невозможно.

1. Надежный способ связи с подлодками, которые находятся на большой глубине.

Сегодня для этих целей используются радиостанции, работающие в диапазоне очень низких частот (3-30 кГц). Такие радиоволны проходят сквозь воду на глубину до 20 м.

У данного способа имеется несколько минусов: антенны должны быть размером около 2 км, а так же иметь большую массу, поэтому передатчики уязвимы для ударов противника, так же они обеспечивают скорость передачи данных лишь до 100 кб/с и потребляют очень много электроэнергии с низким КПД.

На этом фоне нейтринный приемопередатчик, выглядит компактным прибором, весящим «всего» десятки тонн. В силу постоянного движения частиц они могут легко обеспечить постоянную двухстороннюю связь корабля с командованием на любых глубинах с большой скоростью и повешенной безопасностью.

2. Нейтринные приемопередатчики решат, проблему связи с космическими аппаратами.

С ними можно будет связаться, даже если они закрыты от Земли другой планетой и находятся на больших расстояниях. А также в перспективе возможно общение с внеземными цивилизациями, но в настоящее время ученые не имеют возможности передавать нейтрино так далеко, и любой инопланетянин на принимающей стороне должен быть способен расшифровать сообщение.

3. Также видны большие перспективы в гражданской коммуникации.

Нейтринный сигнал проходит сквозь толщу Земли приблизительно на 20 миллисекунд быстрее, чем радиосигнал, направленный через спутники-ретрансляторы.

4. Но, пожалуй, главное, что открывает нам прорыв в нейтринной связи – это возможность слушать Вселенную в совершенно новом диапазоне.

Некоторые ученые, считают, что связь между высокоразвитыми цивилизации ведется именно с помощью нейтрино. Дело в том, что ни одно электромагнитное сообщение не способно пересечь всю галактику: оно неизбежно будет уничтожено мощными помехами, «заглохнет» в облаках пыли, отразится от планет, «утонет» в глубине звезды и т.д. В то же время нейтрино способны проделать этот путь и доставить послание без повреждений.

Ученые уже доказали, что можно закодировать сообщение в нейтрино с помощью двоичного кода. Но существуют сложности, препятствующие запуску такого рода связи:

- частицы настолько трудно обнаружить, что приемнику потребуется гигантский детектор, способный улавливать 60 и более процентов частиц, а не одну штуку из триллионов;
- пучок нейтрино также должен быть чрезвычайно мощным, чтобы преодолевать большие расстояния.

УДК 539.1

МАРКЕЕВА Т.М., СЕМЕНЕНКО А.Н.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙТРИНО В ОБЛАСТИ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Чтобы прочесть слово «нейтрино», нужна секунда. За эту секунду каждый квадратный сантиметр человеческого тела насквозь пронизали миллиарды крошечных снарядов. Нейтрино – общее название нейтральных фундаментальных частиц с полуцелым спином, участвующих только в слабом и гравитационном взаимодействиях и относящихся к классу лептонов. Один из вариантов образования нейтрино можно записать в следующем виде (бета-минус распад):

$$n \longrightarrow p + e^- + \bar{\nu}_e,$$

Существует несколько возможностей практического применения нейтрино в области ядерной энергетики.

Обслуживание реакторов. В реакторе можно выделить два процесса образования нейтрино. Первый – это деления ^{235}U. После захвата нейтрона ядро ^{235}U начинает делиться с образованием радиоактивных осколков. Осколки нейтриноизбыточны, то есть являются не стабильными. Из-за этого осколки испытывают последовательную серию бета-распадов. Для нас важно, что при каждом акте бета-распада образуется электронное антинейтрино. Распад осколков происходит до тех пор, пока соотношение нейтронов и протонов в образовавшемся ядре не придет в стабильное равновесие. Получаем стабильное ядро. Пример протекающих реакций:

$$n + {}^{235}U \rightarrow {}^{236}U^* \rightarrow {}^{95}Sr + {}^{139}Xe + 2n,$$

$$\begin{gathered} {}^{95}_{38}Sr \xrightarrow{24.4\ с} {}_{39}Y \xrightarrow{10.4\ мин} {}_{40}Zr \xrightarrow{64\ дней} {}_{41}Nb \xrightarrow{35\ дней} {}_{42}Mo \\ {}^{139}_{54}Xe \xrightarrow{39.7\ с} {}_{55}Cs \xrightarrow{9.3\ с} {}_{56}Ba \xrightarrow{83.1\ с} {}_{57}La \end{gathered}$$

Второй процесс с образованием нейтрино - захват нейтрона изотопами ^{238}U. ^{238}U не принимает участие в первом процессе деления. В результате захвата происходит образование нестабильного изотопа ^{239}U. В дальнейшем, также происходит цепочка бета-распадов с образованием трансурановых элементов.

Нейтрино легко проходит насквозь любой объект, в том числе здание атомной станции, включая радиационную защиту. Поэтому, если удастся создать детектор и расположить его на некотором расстоянии от реактора, появится возможность мониторить поток вылетающих антинейтрино. Исходя из этого, можно точно сказать о том, сколько осталось урана-235, 238 и когда нужно менять топливо.

Уже предпринимаются попытки устанавливать уловители антинейтрино вблизи от станций. При этом по свойствам улавливаемых частиц можно достоверно определить, не используется ли реактор для производства оружейного плутония.

Отсюда вытекает второй способ применения: мониторинг распространения ядерного оружия.

Любая компания, занимающаяся эксплуатацией ядерного реактора, обязана предоставлять информацию о том, сколько плутония получает в ходе работы установки. Нейтрино позволяют проверить достоверность этих данных.

Международное агентство по атомной энергии могло бы использовать подобные детекторы для мониторинга соблюдения договора о нераспространении ядерного оружия.

Также можно выдвинуть предложение использовать уловитель для обнаружения недокументированных реакторов или реакторов, в которых нелегально нарабатывается плутоний. Проблема заключается в разработке детектора, достаточно чувствительного для обнаружения флуктуаций нейтрино на больших расстояниях.

УДК 621.039

МАЦИН Н.В., РЯЗАПОВ Р.Р., СОБОРНОВ А.Е., КОТИН А.В., МАЦИНА В.С.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ПРИ СМЕШЕНИИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интенсивные пульсации температуры, характерные для водоохлаждаемых реакторных установок, приводят к возникновению температурных напряжений, что может являться причиной преждевременного исчерпания ресурса конструкционных материалов оборудования в результате усталостного разрушения. Существующие нормативные методики оценки ресурсных характеристик оборудования ядерных энергетических установок (ЯЭУ) в полной мере не учитывают реальные закономерности термосилового нагружения и не обеспечивают достаточную точность расчетов накопления повреждений, что характеризует данный подход как излишне консервативный.

В настоящее время разрабатывается методика оценки усталостной долговечности материалов ЯЭУ при воздействии случайных термоциклических нагрузок, основанная на численном решении связанной задачи (теплогидравлика – теплопроводность – НДС – поврежденность) с использованием CFD и FEA-программ. С целью валидации разрабатываемой методики в НГТУ им. Алексеева на стенде, имитирующем водо-водяную реакторную установку, проводится экспериментальное исследование нестационарного температурного поля, обусловленного смешением потоков теплоносителя [1]. Диапазоны режимных параметров исследования приведены в табл. 1.

Таблица 1

Диапазоны режимных параметров экспериментального исследования

Наименование параметра	Диапазон значений
Давление теплоносителя P, МПа	9,5-10,5
Температура горячего потока T_h, ºС	250-285
Температура «холодного» потока T_c, ºС	35-60
Число Рейнольдса для горячего потока Re_h	$3{,}9\cdot10^4$-$5{,}4\cdot10^4$
Число Рейнольдса для холодного потока Re_c	$9{,}8\cdot10^2$-$2{,}2\cdot10^3$

Численное определение характеристик пульсаций температуры осуществлялось в CFD-коде Ansys Fluent. Конечно-объемная модель, построенная на основе блочной топологии, содержит ~ 15 млн элементов. Поскольку в области смешения спектр энергии термопульсаций сгруппирован в низкочастотной области, перенос кинетической энергии турбулентности и тепла осуществляется преимущественно крупномасштабными вихревыми

структурами. В данных условиях рационально использовать метод моделирования крупных вихрей (LES). В качестве подсеточной модели выбрана локальная модель вихревой вязкости, адаптированная для пристеночных течений (WALE).

В результате проведенного исследования получены расчетно-экспериментальные реализации пульсаций температуры в зоне смешения теплоносителя. Статистические и спектральные характеристики термопульсаций показали количественное и качественное сходство результатов численного моделирования и экспериментального исследования. Расчетный энергетический спектр термопульсаций имеет ярко выраженные пики в области частот от 0,15 до 0,5 Гц, что соответствует экспериментальному энергетическому спектру.

---

1. Дмитриев С.М. и др. Экспериментальные исследования температурных пульсаций при смешении неизотермических потоков теплоносителя в элементах оборудования ЯРУ // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. – 2019. – № 2. – С. 117-127.

УДК 621.039.586

Е.С. МИХАЛЕВА, Г.Н. ВЛАСИЧЕВ

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЕЛИЧИНЫ ОБОГАЩЕНИЯ И ДИАМЕТРА ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩЕГО ЭЛЕМЕНТА НА КОЭФФИЦИЕНТ РАЗМНОЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ядерная энергетика является одним из ключевых источников энергии в современном мире, а также играет важную роль в сокращении выбросов углерода. Для обеспечения безопасной и эффективной работы ядерных реакторов необходимо тщательно изучать различные параметры, влияющие на их функционирование. К таким параметрам относятся величина обогащения урана и диаметр топливной элементарной сборки (ТВЭЛа), которые оказывают влияние на коэффициент размножения нейтронов.

Коэффициент размножения нейтронов, обозначаемый как $k_{эф}$, представляет собой меру способности реактора поддерживать цепную реакцию деления ядер и производить достаточное количество нейтронов для поддержания устойчивой цепной ядерной реакции. Этот параметр является ключевым для оценки эффективности работы реактора и его возможности самоподдерживаться без дополнительного внешнего источника нейтронов.

Анализ влияния величины обогащения урана и диаметра ТВЭЛа на коэффициент размножения нейтронов является важным направлением исследований в области ядерной энергетики. Результаты этого исследования позволят более глубоко понять взаимосвязь между параметрами топлива и коэффициентом размножения нейтронов.

Целью расчетов является анализ влияния величины обогащения урана и диаметра ТВЭЛа на коэффициент размножения нейтронов в ядерном реакторе.

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

1) анализ литературы по влиянию различных факторов на коэффициент размножения;

2) проведение расчетов по программе аналитического нейтронно-физического расчета ядерного реактора на тепловых нейтронах;

3) анализ данных о влиянии величины обогащения урана на коэффициент размножения нейтронов. Будут исследованы различные уровни обогащения урана и их влияние на коэффициент размножения нейтронов;

4) анализ данных о влиянии диаметра твэла на коэффициент размножения нейтронов. Будут рассмотрены различные диаметры твэлов и их влияние на коэффициент размножения нейтронов

Результаты исследования подтверждают влияние величины обогащения урана и диаметра ТВЭЛа на коэффициент размножения нейтронов в ядерном реакторе. Эти параметры следует учитывать при проектировании и эксплуатации ядерных реакторов с целью обеспечения оптимальной работы и эффективности. Дальнейшее исследование и уточнение зависимостей между этими факторами могут привести к более точному и оптимизированному проектированию ядерных реакторов.

Библиографический список

1. Власичев, Г.Н. Нейтронно-физический расчет ядерного реактора: учебно-методическое пособие / Г.Н. Власичев; Нижегород. гос. техн. ун-т. им. Р.Е.Алексеева. Нижний Новгород, 2023. – 41 с.
2. Бартоломей, Г.Г. Основы теории и методы расчета ядерных энергетических реакторов: учебное пособие для вузов. / Г.Г. Бартоломей. - М.: Энергоиздат, 1982. – 507 с.

УДК 621.331.22

НИКОЛАЕВ Д.С., ДОРОНКОВ Д.В., ДЁМКИНА Т.Д., КУРИЦИН Д.Д.,
СОКОЛОВ Д.С., БАШЕВ К.Д., КНЯЗЬКИН Д.В., МАРИНИН А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА ВХОДЕ В ТВС РЕАКТОРА ТИПА РИТМ АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из приоритетных задач Российской Федерации, направленной на освоение ресурсов Арктики, является развитие атомных станций малой мощности (АСММ). На данный момент ведутся конструкторские работы по созданию АСММ с новейшей реакторной установкой (РУ) РИТМ-200Н, разработанной в АО «ОКБМ Африкантов». Проектом РУ предусматривается кассетная активная зона с топливом повышенной ураноёмкости, что увеличивает энергоэффективность станции. Конструктивные особенности ТВС кассетной активной зоны обусловили необходимость экспериментального определения влияния отдельных элементов её входного участка, а именно дроссельной шайбы, на структуру поля аксиальной скорости потока на входе в активную часть твэльного пучка.

В лаборатории «Реакторная гидродинамика» НГТУ им. Р.Е. Алексеева проведена серия экспериментов на масштабной экспериментальной модели, включающей элементы конструкции входного участка от дроссельной шайбы до узла крепления твэлов к диффузору, а также фрагмент твэльного пучка между поглощающей решеткой и дистанционирующей решеткой. Исследования с использованием пневмометрического метода и метода инжекции контрастной примеси в нескольких сечениях по длине модели. Измерения проводились по всему поперечному сечению модели.

Результаты экспериментального моделирования использованы в гидравлическом профилировании элементов конструкции входного участка ТВС, а также при обосновании теплотехнической надежности новых кассетных активных зон. Полученная база опытных данных может использоваться для валидации отечественной CFD-программы ЛОГОС, а также уточнения методик теплогидравлического расчета активных зон в поячеечном приближении.

Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-0003).

Библиографический список

1. Маргулова Т.Х. Атомные электрические станции: учебник для вузов. – М.: Высшая школа, 1978. – 360с.: ил.
2. Особенности формирования потока на входе в топливную кассету реактора типа РИТМ АСММ / Т.Д. Демкина [и др.] // Атомная энергия. – 2023.–Т. 134. Вып. 1–2. – С. 19–23.

УДК 621.039

ОЖИГИН Д. А., АНДРЕЕВ Н. Г., ГРОМОВА П. Е.

ОБОСНОВАНИЕ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ДЛИТЕЛЬНОГО СУХОГО ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ОТРАБОТАВШЕГО ТОПЛИВА АТОМНОЙ СТАНЦИИ МАЛОЙ МОЩНОСТИ РИТМ-200Н С АКТИВНОЙ ЗОНОЙ АС-14-15 В СОСТАВЕ ДВУХЦЕЛЕВОГО ТУК

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Транспортировка и хранение отработавшего ядерного топлива (ОЯТ) – необходимый этап эксплуатации атомной электростанции. Для этого проектируются и изготавливаются специальные контейнеры, различающиеся своими характеристиками и применяющиеся для транспортирования отработавших тепловыделяющих сборок (ОТВС) определенного типа.

Важным этапом проектирования контейнера для транспортировки и хранения ОЯТ является обоснование его безопасности, в том числе радиационной безопасности.

Расчеты пространственно-энергетического распределения нейтронного и гамма-излучения в биологической защите проводились по программе DORT [1].

Расчеты по программе DORT проводились с использованием библиотек групповых нейтронных и гамма-сечений Bugle 96 [2].

В соответствии с нормативной документацией НП-053-16 при временном технологическом хранении в части обеспечения радиационной защиты для нормальных условий эксплуатации биологическая защита контейнера должна выполнять следующие требования:

1) максимальный уровень излучения не должен превышать 0,1 мЗв/ч на расстоянии 2 м от поверхности ТУК;

2) максимальный уровень излучения в любой точке внешней поверхности упаковки не должен превышать 2 мЗв/ч;

3) максимальный уровень излучения в любой точке внешней поверхности упаковки при перевозке на условиях исключительного использования должен быть не более 10 мЗв/ч [3].

По результатам проведенных расчетов для нормальных условий работы:

1) максимальный уровень излучения на внешней поверхности транспортного упаковочного комплекта (ТУК) составляет 0,81 мЗв/ч и не превышает 2 мЗв/ч;

2) максимальный уровень излучения на расстоянии 1 м от поверхности ТУК составляет 0,17 мЗв/ч.

3) максимальный уровень излучения на расстоянии 2 м от поверхности ТУК составляет 0,082 мЗв/ч и не превышает 0,1 мЗв/ч.

В аварийных ситуациях, связанных с повышением температуры ТУК, ухудшения радиационной обстановки не произойдет, поскольку в конструкции ТУК использованы термостойкие материалы.

При хранении и транспортировании 14 негерметичных ОТВС уровни мощности дозы гамма-нейтронного излучения снаружи контейнера будут примерно в два раза ниже, чем при хранении и транспортировании 30 ОТВС. Таким образом, двухцелевой ТУК удовлетворяет требованиям, приведенным в нормативной документации НП-053-16 в части обеспечения радиационной безопасности.

Библиографический список

1. Правила безопасности при транспортировании радиоактивных материалов [Текст] : НП-053-16: утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору 15.09.2016 : ввод в действие с 05.02.2017. – М. : центрмаг, 2022. – 138 с.
2. DOORS3.2a “One, Two- and Three Dimensional Discrete Ordinates Neutron/Photon Transport Code System, CCC-650, Oak Ridge National Laboratory, October 2003
3. Bugle-96, Coupled 47 Neutron, 20 Gamma-Ray Group Cross Section, RSICC Data Library Collection, July 1999

УДК 621.039

РАКОВА Д.И., АНДРЕЕВ В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДОВ ОБОБЩЁННОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Гидравлическое сопротивление каналов, как правило, определяется экспериментально. Различия в построении каналов, свойствах жидкостей, шероховатостях, диапазоне скоростей влияют на необходимость проводить испытания для каждого контура, что обеспечивает высокую трудоёмкость и дороговизну.

Данные недостатки вызывают необходимость использовать иные методы для определения этой величины, способные уменьшить количество испытаний. Одним из методов является обобщённый анализ, который позволяет универсализировать исследования и получить наиболее рациональную форму представления результатов без ущерба точности и детальности.

Эта методика позволяет избежать необходимости проводить лабораторные исследования при работе с каналами простых форм, в которых сниженные требования к точности. Он подходит и для каналов более сложных форм, но необходимо исследовать большее количество параметров. Для подобных каналов нельзя полностью универсализировать исследования, но можно изучить данные, полученные при каких-то конкретных условиях (близкие по величине диаметры каналов, вид теплоносителя и др.), и с помощью выявленных зависимостей спрогнозировать значения.

В качестве безразмерных коэффициентов для исследования гидравлического сопротивления по методике обобщённого анализа предлагается взять приведенное гидравлическое сопротивление, приведенный коэффициент Рейнольдса и тангенс угла наклона участка кривой гидравлического сопротивления в турбулентной области, спрямленной в логарифмической системе координат [1]. Приведенные показатели сопротивления являются координатами точки в трехмерном пространстве. Эта точка будет содержать эмпирическую экспериментальную информацию о традиционной форме зависимости сопротивления от числа Рейнольдса в пространстве приведенных показателей сопротивления. Повторяя подобное преобразование для большого количества кривых

сопротивления можно получить в пространстве приведенных показателей некую зависимость. Проекции этой зависимости на соответствующие плоскости в трехмерной системе координат позволяют получить выражение для функциональной связи между парами приведенных показателей гидравлического сопротивления:

$Re_{\text{пр}} = f(\xi_{\text{пр}}), \xi_{\text{пр}} = f\left(tg(\alpha)_{\text{пр}}\right), tg(\alpha)_{\text{пр}} = f(Re_{\text{пр}})$.

В качестве примера, одна из таких зависимостей приведена на рис. 1.

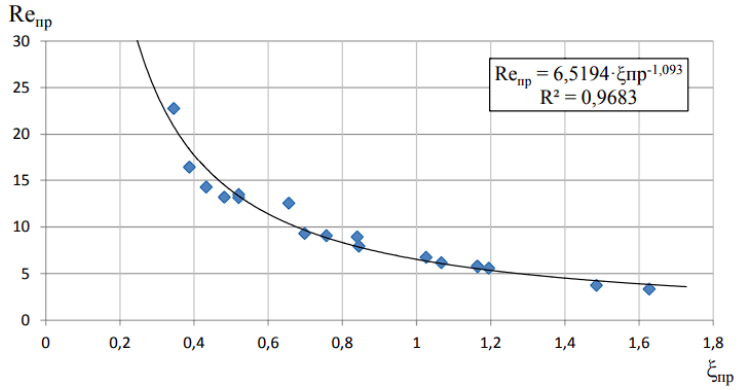


Рис. 1. Зависимость приведенного числа Рейнольдса ($Re_{пр}$) от приведенного значения гидравлического сопротивления ($\xi_{пр}$)

Данные зависимости приведенных параметров, построенные в трёхмерных координатах, представляют собой модель, которая может быть использована для определения гидравлического сопротивления контуров с определёнными условиями.

Библиографический список

1. В.В. Андреев, О.В. Андреева, А.М. Самойлов, Н.П. Тарасова, Д.И. Ракова, А.М. Никулина, Н.Г. Катков, К.Г. Галстян, И.А. Симонов. Оценка параметров обобщённой зависимости приведённых показателей гидравлического сопротивления. // Научно-технический вестник Поволжья. 2023. №10.
2. А.А. Гухман, А.А. Зайцев. Обобщенный анализ. М.: Факториал, 1998г., 304с.

УДК 29.27.51

И.С. РОДИН, А.Ф. ПОЛЯКОВА, Л.П. ГРУШИНА

АНАЛИЗ ПЛАЗМЫ И ПЛАЗМЫ ЩЕЛОЧНЫХ МЕТАЛЛОВ: СОСТАВ, СВОЙСТВА И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ПРИМЕНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт

Плазма – это одно из базовых состояний вещества, в котором атомы потеряли свои электроны, образуя положительно заряженные ионы и свободные электроны [1]. Это ионизированный газ, чье поведение контролируется электромагнитными силами. При достаточно высоких температурах металлы испаряются, образуя пары металлических атомов. Когда атомы металлов начинают взаимодействовать с внешними ионизирующими источниками, такими как лазерные лучи или электрические разряды, происходит ионизация — атомы металла теряют свои электроны, становясь положительно заряженными ионами.

Таким образом, возникает плазма металлов, состоящая из положительно заряженных ионов и свободных электронов [2].

Особое внимание стоит уделить использованию плазмы в энергетических целях космической индустрии, примером установки, вырабатывающей энергию, которую возможно использовать на космическом летательном аппарате является газофазный ядерный реактор (ГЯР). Это тип ядерного реактора, в котором ядерный топливный цикл происходит в газообразной форме. Принципиальным преимуществом ГЯР является возможность разогрева рабочего тела до очень высоких температур. Ограничением является только необходимость иметь на периферии рабочего тела температуру, допускаемую конструкционными материалами стенок [3].

Еще одним устройством использующим плазму для выработки энергии является магнитогидродинамический (МГД) генератор. Высокая электро- и теплопроводность, а также низкая энергия ионизации, щелочных металлов позволяют эффективно применять плазму в таких установках.

Перспективы МГД-генераторов достаточно обширны и включают в себя разработку более эффективных конструкций, способных работать при высоких температурах и производить больше энергии. Применение таких генераторов может способствовать снижению нагрузки на окружающую среду. Кроме того, они могут быть использованы на космических объектах для обеспечения стабильного электропитания в условиях отсутствия других источников энергии.

В заключение необходиом отметить, что перспективы использования плазмы очень обширны. Безусловно, её изучение является вызовом для современной научной общественности, но и на данный момент возможности её использования поражают воображение. ГФЯРы и МГД-генераторы должны стать основными объектами в развитии технологий энергетики и в целом, ядерной промышленности.

Библиографический список

1. Котельников И. А. Лекции по физике плазмы. Том 1: Основы физики плазмы. — 3-е изд. — СПб.: Лань, 2021. — 400 с.
2. Юрий Петрович Райзер. Физика газового разряда. Изд. 3-ое, доп. и перераб. — Долгопрудный: Изд-во: "Интеллект", 2009. — 736 с.
3. А. В. Гайнутдинов, О. В. Каменюк, А. А. Зуев / ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАЗМЕННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКЕ/ Сибирский государственный аэрокосмический университет имени академика М. Ф. Решетнева: Красноярск, 2012.

УДК 621.039.534

САЕНКО К.Р, БОКОВА Т.А., ЗЫРЯНОВА Т.К., ВОЛКОВ Н.С., СУМИН Р.В., ПОГОРЕЛОВ М.Д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ СВИНЕЦ-ВИСМУТОВОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ ПРИ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМАХ РАБОТЫ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО СТЕНДА ФТ-1

Нижегородский государственный технологический институт им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время прогресс ядерных энергетических технологий может быть достигнут только при существенном повышении температурного уровня теплоносителя первого контура и параметров генерируемого пара, а следовательно, и КПД

термодинамического цикла. Опираясь на данные потребности современной ядерной энергетики, особый интерес представляют реакторные установки с тяжелым жидкометаллическим теплоносителем (ТЖМТ). На данный момент времени ведутся разработки многоцелевого гибридного исследовательского реактора для высокотехнологичных применений MYRRHA (Бельгия). В России также продолжаются работы по применению свинцового теплоносителя в реакторных установках, в частности БРЕСТ-ОД-300 и СВБР-100, а на базе НГТУ ведутся работы по изучению свойств свинцового и свинец-висмутового теплоносителей.

Современный комплекс мер по технологии свинец-висмутового теплоносителя должен обеспечивать достаточный уровень его чистоты при загрузке, контроль содержания активного кислорода в циркуляционном контуре. Для обеспечения ресурсной работоспособности конструкционных сталей и отсутствия шлакообразования в контуре на всех стадиях эксплуатации реакторных и исследовательских установок с ТЖМТ необходимы штатные средства, позволяющие поддерживать на заданном уровне и в заданной форме содержание примеси кислорода в ТЖМТ в любых предусмотренных эксплуатационных режимах.

Главным аспектом изучения эвтектики свинец-висмут становится исследование восстановления оксидных пленок при низкотемпературных режимах (250 ℃), поскольку данный процесс протекает при повышенных температурах ТЖМТ (350 ℃).

Экспериментальные исследования активности кислорода в зависимости от температурного режима, скорости теплоносителя и его расхода проводились на стенде со свинцовым теплоносителем ФТ-1, исходя из этого были поставлены следующие цели:

1. Исследование динамики изменения концентрации термодинамически активного кислорода в ТЖМТ при температуре 250ºС и при водородной регенерации;
2. Выработка технологических действий по поддержанию концентрации термодинамически активного кислорода в ТЖМТ в заданных границах при температуре 250ºС.

Из данных, полученных в ходе исследования, следует, что при заданных условиях, а именно при понижении температур наблюдается стабилизация показателей термодинамической активности кислорода, что свидетельствует о замедлении реакций окисления и восстановления свинцово-висмутового теплоносителя. Данный режим работы (при низких температурах) может быть использован на стояночных режимах исследовательских контуров без расхолаживания для стабилизации параметров теплоносителя. Работы на эту тему продолжаются.

УДК 621.039.5

СОКОЛОВ Д.С., КУРИЦИН Д.Д., ДОРОНКОВ Д.В., ДЕМКИНА Т.Д.,
НИКОЛАЕВ Д.С.,КНЯЗЬКИН Д.В., МАРИНИН А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ВЫХОДНОМ УЧАСТКЕ ТОПЛИВНОЙ КАССЕТЫ РЕАКТОРА РИТМ АСММ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сейчас ведутся работы по созданию АСММ с реактором РИТМ-200С, созданным на основе судовых технологий. Новая активная зона реактора РИТМ-200С отличается активной зоны реакторов атомных ледоколов проекта 22220, что требует проведения работ по обоснованию её теплотехнической надежности [1-2]. Теплогидравлический расчет лежит в основе обоснования теплотехнической надежности и требует достоверных данных о гидродинамики теплоносителя, что и обусловило проведение исследования течения теплоносителя на выходе из ТВС.

Моделирование гидродинамики теплоносителя в выходном участке ТВС проводилось

на аэродинамическом стенде, состоящим из системы нагнетания воздушного потока, экспериментальной модели и измерительного комплекса Течение водяного теплоносителя моделируется воздушным потоком, основываясь на теории гидродинамического подобия. Модель представляет собой шестигранный канал с установленными внутри элементами выходного участка ТВС. Изучение гидродинамики теплоносителя на выходе из ТВС осуществлялось пневмометрическим методом, заключающимся в измерении величины скорости потока пневмометрическим датчиком с погрешностью, не превышающей 5%. Исследование поперечных течений теплоносителя производилось с помощью метода впрыска контрастной примеси (газ пропан) в поток воздуха. Измерение концентрации примеси осуществлялось с погрешность не превышающей 1,5%

На основе экспериментов предложено техническое решение, основанное на исключении из конструкции головки шести сливных отверстий при сохранении шесть сливных окон. Такое изменение конструкции головки позволит интенсифицировать перемешивание теплоносителя за счет усиления радиальных потоков на выходе из сливных окон путем исключения аксиального течения теплоносителя из сливных отверстий. Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-0003).

Библиографический список

1. Реакторные установки для атомных станций малой мощности / В.В. Петрунин // Вестник Российской академии наук. – 2021. – Т. 91. Вып. 6. – С. 528–540.
2. Опыт создания первой в мире плавучей АЭС. Направления дальнейшего развития / В.М. Беляев [и др.] // Атомная энергия. – 2020.–Т. 129. Вып. 1. – С. 37–43.

УДК 539.1

ТИМОШИНА И.Д., СЕМЕНЕНКО А.Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕЙТРИНО ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ СОЛНЦА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е Алексеева

Нейтрино – единственные из частиц, рождающихся в центре Солнца, которые долетают до Земли в неизменном виде. Они способны проходить через вещество и магнитные поля и доносить до нас информацию о термоядерных процессах внутри Солнца.

Для регистрации нейтрино в мире существует несколько установок. Один из самых чувствительных – детектор Борексино. Детектор представляет собой нейлоновую сферу диаметром 8,5 метров, заполненную 300 тоннами очень чистого жидкого органического сцинтиллятора, окруженную 1000 тонн воды и еще многими слоями защиты. Благодаря этому радиационный фон внутри детектора, способный помешать измерениям, в 100 млрд раз ниже, чем в окружающей среде. Нейтрино под силу преодолеть такую систему защиты и вступить в реакцию со сцинтиллятором. За этим процессом «наблюдают» 2200 датчиков – фотоумножителей. Этот детектор позволяет исследовать солнечное ядро с помощью нейтринной спектроскопии. Измерение относительного вклада трёх различных последовательностей протон-протонного цикла, определенного из эксперимента Борексино можно использовать для определения температуры в солнечном ядре, которое сложно изучать с помощью гелиосейсмологии.

Достигнутый уровень подавления помех позволил перейти к регистрации нейтрино более низких энергий – от нуля до 420 кэВ. Такие частицы образуются при объединении двух протонов в ядро атома дейтерия. Их существенно больше, но в этом диапазоне также сильнее и помехи. Из-за этого данные нейтрино до сих пор практически не регистрировались. Оказалось, что их реальное количество (66±7 млрд нейтрино через

квадратный сантиметр в секунду) неплохо соответствует предсказаниям (60 млрд). Это, конечно, вычисленные цифры, в реальности установка за день регистрировала в среднем 144 нейтрино на 100 тонн собственной массы.

Измеренный поток нейтрино используется для расчета полной мощности, которая генерируется ядерными реакциями в ядре Солнца. Ядерный синтез действительно является источником энергии на Солнце.

Экспериментально зарегистрированы солнечные нейтрино, возникающие в реакциях CNO-цикла, и вычислен их поток, достигающий Земли. По экспериментальным данным, через каждый квадратный сантиметр поверхности проходит около 700 млн таких нейтрино в секунду, что составляет примерно одну сотую общего потока нейтрино от Солнца. Это как раз соответствует теоретическим оценкам вклада CNO-цикла в производимую Солнцем энергию.

В будущем исследования с использованием нейтрино позволят лучше понимать происходящие процессы в звездах, в том числе и уточнить элементарный состав Солнца.

УДК 621.039

САТАЕВ А.А., ТРОФИМОВ М.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООТДАЧИ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВНЕШНИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИЛ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В современной ядерной энергетике РФ особое место занимают атомные ледоколы, обеспечивающие прохождение торговых судов по северному морскому пути. Но в ходе прохождения судов по маршруту, ледоколы испытывают внешние динамические воздействия по типу качки и вибрации. Качка – высокоамплитудные колебания плавающего корабля под воздействием внешних сил. Вибрация – низкоамплитудные колебания под воздействием внешним сил.

Исследование проводится в условиях вынужденного движения теплоносителя, высокоамплитудных и низкоамплитудных колебаний. Исследовательский стенд (рис. 1) представляет собой теплообменник типа «труба в трубе», подключённый к кривошипно-шатунному механизму, а в случае исследования вибрации напрямую к вибромотору. По кольцевой полости протекает холодный теплоноситель (20°С), по внутренней трубе меньшего диаметра протекает горячий теплоноситель (60°С).

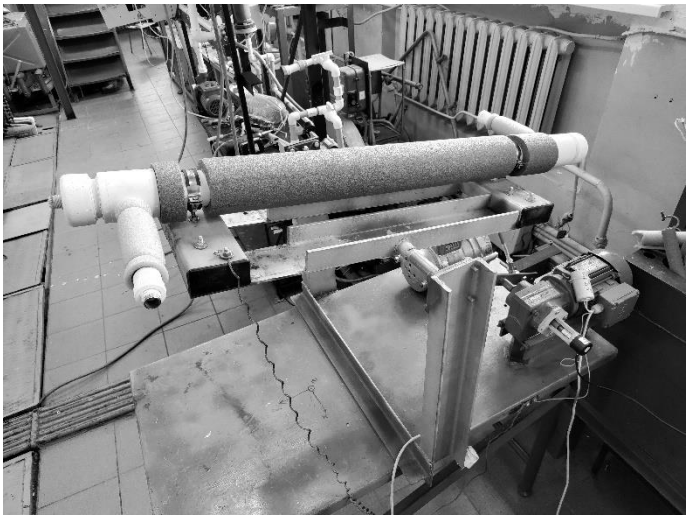


Рис. 1. Экспериментальная установка

Ожидаемые результаты состоят в том, что при внешних динамических воздействиях тепловой пограничный слой, располагающийся на внешней поверхности патрубка с горячим теплоносителем, будет уменьшаться и турбулизироваться по причинее вынужденного перемешивания потока жидкости. Уменьшение теплового потока ведёт к более интенсивной теплоотдаче.

Библиографический список

1. В. Присняков, С. Бондаренко, В. Луценко, Ю. Николаенко, К. Присняков, В. Штангеев, В. Елисеев Тепломассообмен и вибрация/ Одесса: Нептун-Технология: 2001. – с.208;
2. А.А. Сатаев Системный анализ и модели теплогидравлических процессов в оборудовании судовых ЯЭУ при воздействии внешних динамических сил/ НГТУ. – Н. Новгород: 2022. – с.125.

УДК 531.717.53

ТРОЯНОВА М.В., КАПУСТИН С.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЯ ПРЕЛОМЛЕНИЯ НА ОСНОВЕ ЯВЛЕНИЯ ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ

МАОУ «Школа с углубленным изучением отдельных предметов №85»
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире явление полного внутреннего отражения (ПВО) находит все более широкое применение. Одним из таких примеров является применение ПВО в оптических волокнах. Оптоволокно обеспечивает высокоскоростную работу интернета, телефонной связи, телевидения и даже медицинских устройств. Именно поэтому изучение данного явления весьма актуально.

В ходе исследовательской работы было предусмотрено создание специальной демонстрационной установки, которая может не просто наглядно описывать принцип действия явления ПВО, но и стать полноценным прибором для быстрого определения показателя преломления различных материалов. Главное преимущество такой установки – простота в использовании. В принципе ее работы может разобраться даже не специалист. Собранный макет состоит из металлической подставки с поворотным механизмом, способным определять угол с точностью до 6 минут, подвижного крепления для источника света, исследуемого стеклянного образца и лазерной указки (рис. 1).

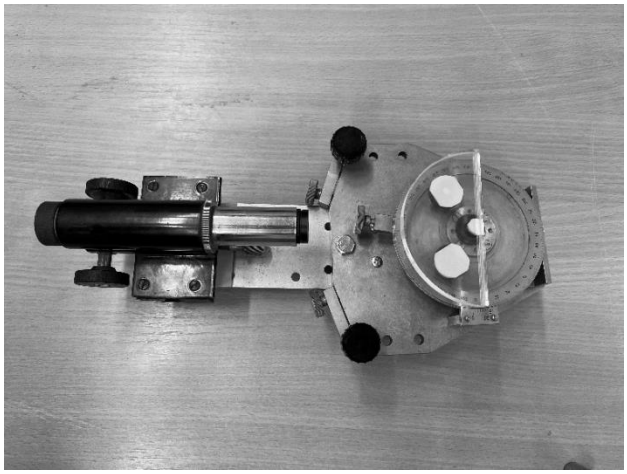


Рис. 1. Прибор для быстрого измерения показателя преломления

Принцип действия основывается на точном определении предельного угла, при котором вся световая энергия будет полностью отражаться от границы раздела двух сред. Определив предельный угол a, показатель преломления может быть рассчитан по формуле:

$$\frac{\sin \alpha_{\text{пр}}}{\sin 90^0} = n_{21}.$$

Показатель преломления является ключевым параметром оптически прозрачных материалов. Часто при разработке и создании различных технических устройств его необходимо определить с высокой точностью. Погрешность определения показателя преломления на такой установке оценивается в 0,23%. Исходя из точности поворотного механизма была составлена таблица соответствий предельного угла ПВО и показателя преломления, что позволяет провести определение максимально оперативно.

УДК 621.039

ФЕФИЛОВ А.Д., МЕЧТАЕВА М.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ПОВЫШЕНИЯ МОЩНОСТИ ПГ ДЛЯ ПРОЕКТА АЭС С ВВЭР-ТОИ СПОСОБОМ УВЕЛИЧЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА ТРУБ ТЕПЛООБМЕННОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В состав реакторных установок с водо-водяными реакторами входят парогенераторы (ПГ). Самые современные российские парогенераторы: ПГВ-1000МКО и ПГВ-1000МКП.

Сравним парогенератор ПГВ-1000МКО и его предшественник ПГВ-1000МКП. Принципиально они одинаковы. ПГВ-1000МКО имеет мощность, на 3% большую, чем ПГВ-1000МКП. Одним из основных способов повышения мощности является рост площади труб теплообменной поверхности. Это можно сделать либо за счет увеличения их длины, либо за счет увеличения их количества, данные параметры можно изменять по отдельности или совместно. Рост мощности ПГВ-1000МКО был достигнут повышением длины трубной системы и всего ПГ на 1м, количество труб осталось прежним, это повлекло за собой следующие проблемы: 1) увеличена металлоёмкость корпуса, внутрикорпусных устройств, включая трубы теплообменной поверхности, причем при повышении мощности ПГВ-1000МКО на 3% по сравнению с ПГВ-1000МКП, площадь поверхности теплообмена увеличена на 9%; 2) намного усложняется и удорожается транспортировка ПГ, из-за исключения возможности перевозки данного ПГ на поезде.

Еще одно отличие заключается в наличии единственного патрубка отбора пара, в ПГВ-1000МКП их было 10. Наличие всего одного патрубка отбора пара может привести к неравномерному отбору, что, в свою очередь, может привести к непредсказуемым последствиям.

Повышение мощности ПГВ-1000МКО по сравнению с ПГВ-1000МКП за счет увеличения длины труб с сохранением их количества – спорное решение. Учитывая данные обстоятельства, было решено спроектировать аналог ПГВ-1000МКО, который было бы возможно перевозить с помощью железных дорог. При положительном исходе проектирования, результат можно использовать для внесения корректировок в проект АЭС с ВВЭР-ТОИ.

При поставленных требованиях размеры корпуса нового ПГВ-1000МКО должны совпадать с размерами корпуса предшественника ПГВ-1000МКП, из чего делаем вывод, что увеличения мощности нужно делать не за счет увеличения длины труб теплообменной поверхности, а за счет роста количества данных труб.

В ходе выполнения данной работы был произведен конструкционный расчет проектируемого парогенератора, из которого следует, что в случае повышения мощности за

счет увеличения количества труб ПТО при сохранении их длины их количество прибавится на 488 штук, то есть на 4,45%. Таким образом рост площади ПТО будет меньше в два раза по сравнению с оригинальным ПГВ-1000МКО. При этом размеры корпуса и внутрикорпусных устройств остались прежними, что говорит об экономической выгоде исследуемого способа увеличения мощности в данном случае.

Библиографический список

1. Степанов В.Ф. Парогенераторы АЭС. Часть1, учебное пособие/ ФГБОУ ВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина», - Иваново, 2020. – 144с.;
2. Лахов Д.А. Горизонтальный парогенератор. Проблемы повышения мощности и возможные пути решения/ Д.А. Лахов, С.А. Харченко // Материалы науч.-техн. конф. молодых специалистов ОКБ «Гидропресс». – Подольск: ОАО ОКБ «Гидропресс», 2012. – 7 с.;
3. ОКБ «Гидропресс», ПООБ ПГВ-1000МКП, 2012. – 33с.

УДК 621.039.534

ШАШКОВ С.Е., ДОРОФЕЕВ В.В., ВОЛКОВ Н.С., СУМИН Р.В., ПОГОРЕЛОВ М.Д., ЗЫРЯНОВА Т.К., БОКОВА Т.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СТОЙКОСТИ ОКСИДНОГО ПОКРЫТИЯ ТРУБОК ПАРОГЕНЕРАТОРА ПРИ ИСТЕЧЕНИИ ЛЕГКОЙ ФАЗЫ

Нижегородский государственный технологический институт им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время установки с ТЖМТ являются перспективным направлением развития атомной энергетики. В России активно идут работы по строительству реактора БРЕСТ-ОД-300, а также разрабатываются реакторы серии СВБР и прорабатывается установка БРС-ГПГ на базе НГТУ. За рубежом идёт разработка многоцелевого гибридного исследовательского реактора для высокотехнологичных применений MYRRHA (SCK.CEN, Бельгия). Этот проект реализуется бельгийским SCK CEN и является управляемым ускорителем реактором. Шведская компания "LeadCold Reactors" вместе с Королевским технологическим институтом разрабатывает реактор со свинцовым теплоносителем SEALER.

Одной из наиболее опасных аварий в контурах реакторных установок со свинцовым теплоносителем является межконтурная неплотность парогенератора. Течь парогенератора характеризуется повышением свободного уровня теплоносителя и давления в газовой системе. При открытии неплотности в парогенераторе происходит попадание пара в объем теплоносителя и его воздействие на оксидное покрытие, защищающее конструкционный материал. Исходя из этого была поставлена задача экспериментально доказать влияние истечения легкой фазы на стойкость оксидного покрытия трубок парогенератора.

Исследование было проведено на статическом исследовательском стенде ФТМ-2023 лаборатории «Реакторная гидродинамика» с использованием в качестве исследуемого теплоносителя расплава свинца при температуре до 450˚С. Была спроектирована упрощенная модель парогенератора БРС-ГПГ с двумя отверстиями для истечения легкой фазы: прямоугольным и круглым. В свинцовый объем через трубу подавался пар и выходил из отверстий экспериментального участка.

При проведении исследований стойкости оксидного покрытия трубок марки 12Х18Н10Т модели трубного пучка парогенератора РУ БРС ГПГ при истечении легкой фазы

измерительными средствами являются: расходомер холодной воды, контактный уровнемер, термопары. Средства измерения микротвердости пристенного слоя: микротвердометр Shimadzu HMV-2T, профиля поверхности – профилометр TR220. До и после проведения испытаний образцы труб в трубных пучках фотографируются, производится анализ состояния оксидных покрытий с помощью микроскопа. Было произведено сравнение трубок модели с идентичной трубой, не контактировавшей с свинцом. Получены данные о толщине оксидного слоя, микротвердости и шероховатости трубок до и после эксперимента.

Из обработанных данных, полученных в результате эксперимента, следует, что происходит разрушение оксидного покрытия трубок модели. Было выявлено, что утончение оксидного слоя зависит от расположения трубки в коридорном пучке и расстояния до отверстия истечения. В результате сравнения изменения оксидного слоя трубок, находящихся под потоком легкой фазы из круглого и прямоугольного отверстий, получено, что трубка, находившаяся под прямоугольным отверстием, испытывала более сильное утончение оксидного слоя. Произошло заметное уменьшение микротвердости трубок, находящихся непосредственно над отверстием истечения (в среднем на 50 HV).

Подсекция 7.2

Физика волновых процессов

УДК 621.396.677

БУЛЫЧЕВ Р.Д., МАЛАХОВ В.А., РАЕВСКИЙ А.С., ЩЕРБАКОВ В.В.

РАЗРАБОТКА АНТЕННОЙ РЕШЕТКИ АППАРАТУРЫ СПУТНИКОВОЙ НАВИГАЦИИ С УЧЕТОМ ТИПА АНТЕННЫ ДЛЯ ЕЕ ЭЛЕМЕНТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных проблем в спутниковых радионавигационных системах является низкая помехоустойчивость, обусловленная тем, что высота орбиты навигационных спутников составляет порядка 20000 км. Большое расстояние от навигационных спутников до потребительской аппаратуры приводит к тому, что спектральная плотность мощности полезных сигналов становится меньше, чем мощность шума в антенне. Малая мощность принимаемых сигналов приводит к тому, что помехи разного вида происхождения, соизмеримые по мощности с полезным сигналом могут представлять опасность для целостности навигационных сообщений. Широкое применение для решения задачи помехоустойчивости радиоэлектронной аппаратуры получили адаптивные антенные решетки.

Над антенной решеткой понимается набор антенных элементов, расположенных в пространстве таким образом, что суммарная ДН АР от ДН каждого элемента по отдельности. Адаптивная антенная решетка – это совокупность многоэлементной АР и адаптивного процессора, с помощью которого осуществляется автоматическое изменение АФР в раскрыве антенны.

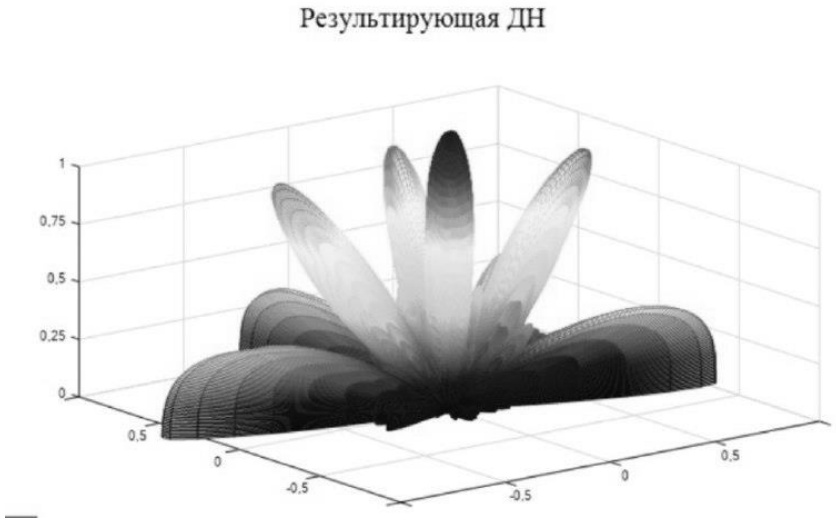


Рис. 1. Результаты моделирования ДН плоской квадратной 100-элементной АР

В ходе работы была описана математическая модель адаптивной антенной решетки, предназначенной для приема спутниковых навигационных сигналов. Адаптация к помеховой

обстановке выражается в формировании максимумов ДН многолепестковой ААР в направлении на НКА ГНСС ГЛОНАСС и *GPS*. Также в данной работе были получены и проанализированы ДН, формируемые из различных конфигураций АР и разнообразных элементов, из которых может состоять антенная решетка. Проведенные исследования позволили выбрать окончательную конфигурацию и набор элементов для АР.

---

1. Модель помехозащищенной антенной решетки для аппаратуры спутниковой навигации/А.В. Ряполов, Н.В. Фамбулов//Вестник концерна ВКО «Алмаз-Антей». – 2018. – №3. – с. 20-29.

УДК 621.396.677

ВОРОБЬЕВ И.А., МАЛАХОВ В.А., РАЕВСКИЙ А.С., ЩЕРБАКОВ В.В.

РАСЧЕТ АНТЕННЫ КАССЕГРЕНА НА ЧАСТОТУ 118 ГГЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основной проблемой использования терагерцового диапазона для построения беспроводных систем связи является низкая выходная мощность источников излучения, поэтому в таких системах целесообразно использовать антенны с большим коэффициентом усиления. К таким антеннам относятся антенны, построенные по схеме Кассегрена. Данная схема построения антенны позволяет получить узкую диаграммы направленности (ДН) с коэффициентом усиления не менее 40 дБ. Приведенные выше характеристики антенны в терагерцовом диапазоне частот в условиях атмосферы Земли должны обеспечивать беспроводную связь на расстоянии нескольких километров, а в условиях космического пространства на несколько тысяч километров.

Антенна Кассегрена состоит из рупорного облучателя, вспомогательного зеркала – субрефлектора, который представляет собой одну ветвь гиперболоида вращения, фокусы которого совпадают с фазовым центром облучателя и фокусом основного зеркала. Основное зеркала представляет собой параболоид вращения [1]. Для уменьшения рассеянии энергии в свободное пространство, был выбран круглый гофрированный рупор. С использованием метода геометрической оптики в САПР построена и оптимизирована модель антенны Кассегрена на 118 ГГц с коэффициентом усиления более 55 дБ, и уровнем боковых лепестков не превышающим -45 дБ.

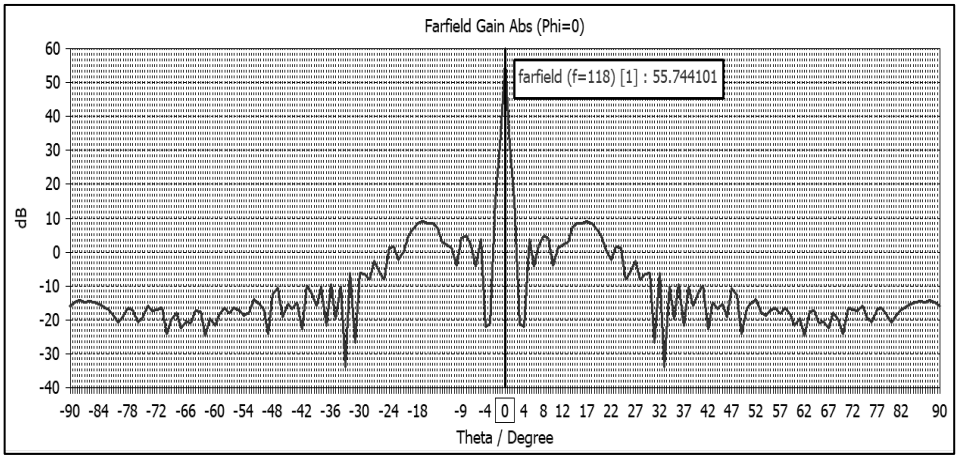


Рис. 1. Результаты моделирования антенны Кассегрена на 118 ГГц

В ходе работы проанализированы известные варианты антенны Кассегрена, их достоинства и недостатки. При моделировании были рассмотрены два вида облучателей антенны – пирамидальный рупор и конический гофрированный рупор. Проведенные исследования позволили выбрать окончательную конструкцию антенны, для которой путем параметрической оптимизации были определены геометрические размеры, обеспечившие достижение заданных электрических характеристик. Разработанная антенна удовлетворяет требуемым электрическим характеристикам. Предлагаемая конструкция предполагает изготовление всех элементов антенны из одного материала (алюминий), что необходимо для использования её в условиях с резкими перепадами температур.

---

1. Проектирование антенных устройств радиорелейных линий связи/И.П. Заикин, А.В. Тоцкий, С.К. Абрамов. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2006 – 90 с.

УДК 621.396.67

КАМАРДИН А.Д., КАПУСТИН С.А.

ОСОБЕННОСТИ ЧИСЛЕННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПЛАНАРНЫХ АНТЕНН СУБТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлены результаты численного моделирования логопериодической планарной антенны субтерагерцового диапазона (100 - 1000 ГГц) и двойной-щелевой антенны диапазона 350 ГГц. Антенны представляют собой тонкопленочное покрытие, нанесенное на кремниевую подложку. Численное моделирование проводилось в специализированном программном пакете CST STUDIO SUITE, также были рассмотрены методы и подходы, позволяющие сократить время моделирования.

В настоящее время исследования в субтерагерцовом диапазоне частот находят широкое применение практически во всех областях, как от фундаментальных исследований, так и для практических приложений. Антенны, используемые в этом диапазоне, могут быть как гигантскими зеркалами телескопов, так и миниатюрными наноантеннами. В данной работе представлены планарные антенны с перспективой интеграции в них сверхпроводниковых нанодетекторов.

Логопериодическая антенна удобна с точки зрения исследований тестовых структур нанодетекторов – она широкополосна и на одном образце можно проводить исследование характеристик нанодетектора на различных частотах. Исследуемые структуры представляют собой антенны (материал - золото), расположенные на кремниевой подложке толщиной 500 мкм (стандартная толщина промышленных подложек, также могут быть варианты 280 и 380 мкм), источник питания – дискретный порт с сопротивлением 50 Ом.

Для уменьшения количества счетных ячеек (и, соответственно, времени моделирования) антенна задается нулевой толщины. Это допустимо, т.к. в свойствах используемого библиотечного материала «Gold» не учитывается толщина скин-слоя, свойства металла прописаны как для «объёмного материала» даже при нулевой толщине. В связи с этим, если толщина антенны много меньше длины волны (т.е. геометрический размер не вносит влияния на моделируемые характеристики) – можно использовать металлизацию нулевой толщины. Если же есть необходимость в моделируемых проектах исследовать характеристики с учетом скин-эффекта тонкой пленки, материал нужно задавать вручную через инструмент “thin panel”. Были смоделированы проекты с антеннами толщиной

0,200 нм и 1 мкм. Полученные результаты были одинаковы, а количество счетных ячеек изменялось 16377480, 17904600 и 18075120, соответственно. С точки зрения моделирования одиночной антенны изменение количества ячеек не велико, но в случае моделирования матриц таких антенн это существенно может сократить время моделирования.

УДК 621.372

КОРЕПАНОВА С.В., РАЕВСКАЯ Ю.В.

РАСЧЁТ АНТЕННЫ ДЛЯ СПУТНИКОВОЙ СИСТЕМЫ ПРИЕМА КВАНТОВОГО КЛЮЧА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инфокоммуникационные технологии играют большую роль в жизни современного общества. Постоянный рост числа абонентов и увеличение спроса на различные услуги связи являются причинами быстрого развития информационных систем. В настоящее время трудно найти область деятельности, в которой не могли бы использоваться спутниковые технологии. Спутниковая связь имеет огромный потенциал применения: от подвижной персональной связи, широкополосного доступа к Интернету до определения местоположения абонентов мобильной связи.

Для построения масштабных телекоммуникационных сетей, спутниковая связь обладает рядом преимуществ, которыми не обладают другие виды связи. Во-первых, с ее помощью можно достаточно быстро сформировать сетевую инфраструктуру, охватывающую большую территорию и не зависящую от наличия или состояния наземных каналов связи. Во-вторых, использование современных технологий доступа к ресурсу спутниковых ретрансляторов позволяют предоставить каналы связи из любой точки мира в короткое время [1].

Основной проблемой информационных ресурсов является большая угроза защиты данных, что приводит к повышенному вниманию к вопросам информационной безопасности.

Доклад посвящен расчету антенны для спутниковой системы приема квантового ключа. Эта тема актуальна благодаря активному внедрению спутниковых систем связи в общественную жизнь и необходимости обмена информацией между абонентами с высокой надежностью. Квантовый ключ обеспечивает защиту важной информации от несанкционированного доступа. Особенность квантовых ключей заключается в том, что они могут быть созданы и переданы без возможности перехвата или копирования [2].

В ходе работы были рассмотрены различные схемы приемников для квантового распределения ключей и схемы оптических телескопов, которые могут использоваться в составе этих схем [3]. Был произведен расчет различных типов антенн лучевым методом с целью выбора оптимальной антенны для спутниковой системы приема квантового ключа.

Библиографический список

1. Абламейко С.В. Спутниковые системы связи: пособие для студентов факультетов радиофизики и компьют. технологий, мех.-мат. и геогр. / С.В. Абламейко, В.А. Саечников, А.А. Спиридонов. – Минск: БГУ. 2012. – 147 с.

2. Козубов А.В. Основы квантовой коммуникации: часть 1 / А.В. Козубов, А.А. Гайдаш, С.М. Кынев, В.Н. Егоров, А.Е. Иванова, А.В. Глейм, Г.П. Мирошниченко. – СПб: Университет ИТМО. 2019. – 85 с.

3. Заикин И.П. Проектирование антенных устройств радиорелейных линий связи / И.П. Заикин, А.В. Тоцкий, С.К. Абрамов. – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т «Харьк. авиац. ин-т». 2006. – 90 с.

УДК 535.14, 621.383

КОТЫЛЕВА Е.М., БИРЮКОВ В.В.

КВАНТОВОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ КЛЮЧЕЙ ЧЕРЕЗ СПУТНИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире квантовые технологии стремительно развиваются и внедряются в различные сферы, в том числе и в коммуникации. Квантовое распределение ключей при помощи оптического волокна позволяет обеспечить передачу сигнала на расстояние 800 км, такой дальности недостаточно для внедрения технологии и для поддержания или замены привычных нам линий связи. Эту проблему возможно решить при помощи квантового распределения ключа через спутник. Примером является передача квантового ключа между Пекином и Веной.

Передача квантового ключа с помощью спутника невозможна без точного наведения спутника на наземные телескопы и телескопа на спутник.

Разработана программа расчета положения спутника на солнечно-синхронной орбите для заданного момента времени. Полученные в процессе выполнения работы результаты, могут использоваться для создания системы наведения на спутник. Реализация алгоритма заключается в преобразовании данных эфемерид спутника к географическим координатам (долгота и широта) с последующим пересчетом их в координатную систему, связанную с телескопом, положение которого известно.

Исходными данными для алгоритма расчёта направления на спутник являются наклонение его орбиты, время прохождения восходящего узла и его долгота, высота и период орбиты. Сначала рассчитывается положение спутник в географической системе координат (широта и долгота). По известным значениям географической долготы восходящего узла и угла наклона орбиты находится угловая длина дуги, пройденной спутником к данному моменту времени. Из сферического треугольника, образованного этой дугой и дугами «экватора» и «меридиана», по теореме синусов сферической геометрии находится широта спутника в данный момент времени. По теореме косинусов находится угловая длина экваториальной дуги. Из значения географической долготы восходящего узла вычитается длина экваториальной дуги и учитывается поворот Земли за рассматриваемый промежуток времени, что даёт географическую долготу спутника. Затем координаты спутника преобразуются в декартову систему координат, и производится параллельный перенос системы координат в точку нахождения телескопа. Преобразование декартовой системы координат в сферическую позволяет определить углы ориентации антенны телескопа на спутник.

Таким образом, представленный алгоритм позволяет обеспечить точное наведение телескопа на спутник, что существенно увеличивает длительность связи с ним и, тем самым, длину формируемого ключа. Полученные результаты, могут использоваться для реализации квантового распределения ключа через спутник.

УДК 532.5

КУЗНЕЦОВ П.Д.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ВЫБОРА ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ ВНУТРЕННИХ ВОЛН НА ТРАЕКТОРИИ ЧАСТИЦ В ПОТОКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе исследуются особенности лагранжевых траекторий частиц в потоке, индуцированном внутренними волнами. Моделируется трансформация баротропного прилива в бароклинный с последующим образованием внутренних боров при взаимодействии с рельефом прибрежного шельфа. Выполняется сравнение траекторий, получаемых при моделировании с помощью двух различных полнонелинейных моделей, также освещаются отличия от вычислений в рамках слабонелинейной модели.

В рамках работы был реализован программный модуль для оценки транспортных характеристик внутренних волн. Этот модуль работает за счет добавления в наперед заданные координаты расчетной области частиц (трассеров) с задаваемой плотностью, в данной работе частицы располагались равномерно распределенной сеткой. В ходе выполнения моделирования модуль аппроксимирует значения полей компонент скорости в окрестности трассера и интегрирует их для вычисления траектории движения. Таким образом получается достичь высокой точности расчета траекторий трассеров без необходимости частого сохранения значений волновых полей.

Моделирование проводится для двухмерных разрезов, построенных в шельфовой зоне о. Сахалин. Первая из рассмотренных моделей основана на системе уравнений гидродинамики невязкой несжимаемой стратифицированной жидкости в вертикальной плоскости в приближении Буссинеска, на поверхности океана используется приближение «твердой крышки». Вторая модель – SUNTANS – реализует численное решение трехмерной системы уравнений Навье-Стокса в приближении Буссинеска методом конечных объемов, в этой модели верхняя граница представляет собой свободную поверхность. Для обеих моделей граничное условие на дне ставится как условие непротекания на профиле дна, правая и левая границы задаются открытыми. Для инициализации моделей задается топография дна, горизонтально-однородное поле плотности морской воды, значение параметра Кориолиса, а также скорость баротропного прилива на границе расчетной области. Данные о плотностной стратификации и профиле дна были получены из климатического атласа GDEM для июля. Использовался многокомпонентный прилив, амплитуды и фазы которого определены из модели TPXO 8 (A TOPEX/Poseidon Global Tidal Model), основанной на данных спутниковой альтиметрии.

В модели SUNTANS используется сложная пространственная сетка, состоящая из треугольных ячеек в горизонтальной плоскости и слоев на произвольном отдалении по вертикали. Для работы с данными в такой пространственной сетке был разработан набор программных инструментов для инициализации модели и обработки результатов её выполнения.

В ходе анализа полученных траекторий показано их качественное подобие, но также наблюдаются различия, объяснимые учетом вязкости жидкости в модели SUNTANS.

Анализ транспортных характеристик внутренних волн может применяться как для исследования передвижений планктонных организмов в толще воды (в приложении к экологическим задачам), так и для анализа процессов перемещения седиментов у дна (что может быть полезно в том числе для различных инженерных задач).

УДК 533.6, 533.9, 535.3, 537.5

КУЗЯЕВ А.С., РАЕВСКИЙ А.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРЕОДОЛЕНИЯ ПЛОСКОЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ ВОЛНОЙ ПЛАЗМЕННОЙ ОБОЛОЧКИ, ОКРУЖАЮЩЕЙ ЛЕТАТЕЛЬНЫЙ АППАРАТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нарушение радиоканала связи с летательным аппаратом, покрытым вследствие взаимодействия с плотными слоями атмосферы плазменной оболочкой, остается предметом активных исследований. В связи с этим возникает необходимость модулирования преодоления плазменной оболочки электромагнитной волной.

В работе проводится математическое моделирование в среде MathWorks Matlab 2015 прохождения плоской электромагнитной волны при ее нормальном падении через плазменную оболочку. Рассматриваемая система состоит из четырех слоев: воздух-плазма-диэлектрик-проводник. Модель строится на основе аналогии прохождения плоской волной резистивной пластины, аналогии преодоления потенциального барьера, правил геометрической оптики и теории графов.

Рабочий диапазон частот был выбран 1200 – 1700 МГц, как диапазон работы спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС и GPS. По данным летных испытаний транспортного средства RAM-C III [1] была выбрана исследуемая высота 39,9 км, толщина плазменной оболочки, концентрация электронов, частота столкновений электронов. На основе указанных данных и значений постоянных была рассчитана частота плазмы и диэлектрическая проницаемость плазменной оболочки. Из решения системы уравнений [2], полученной на основе записи граничных условий для системы воздух-плазма-диэлектрик, и применения теории графов [3] для системы плазма-диэлектрик-проводник была получена амплитуда волны, прошедшей в проводник (далее – $A5$).

Для иллюстрации на рис. 1 приведены графики зависимости модуля $A5$ от частоты при амплитуде падающей волны, равной единице, при разных параметрах диэлектрика: толщина $d = 5$ мм, диэлектрическая проницаемость $\varepsilon_d = 100, 300, 500, 700$; $\varepsilon_d = 100$, $d = 5$ мм, 10 мм, 15 мм, 20 мм.

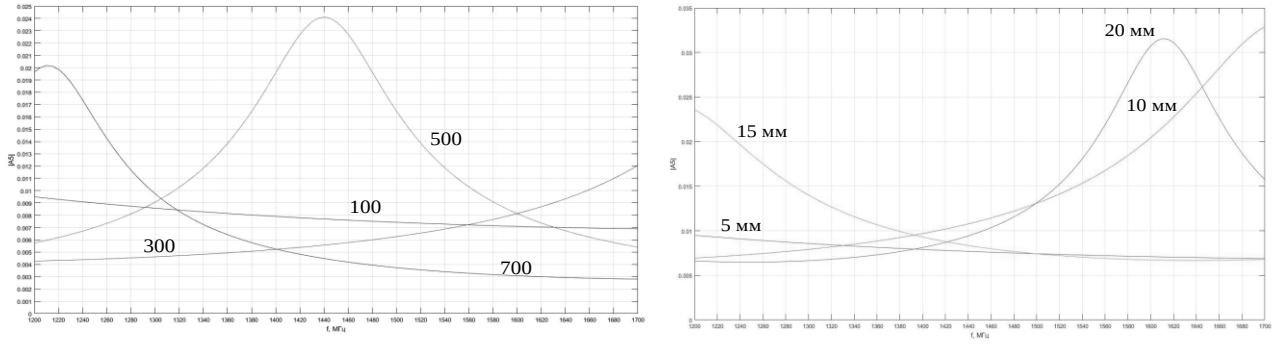


Рис. 1. Результаты моделирования

На графиках видны резонансы, положение которых определяется параметрами диэлектрика. Подобрав нужные параметры, можно разработать приемную систему для преодоления плазменной оболочки.

Библиографический список

1. Lei S. Telemetry Channel Capacity Assessment for Reentry Vehicles in Plasma Sheath Environment / Lei S., Lei Z., Bo Y., Xiaoping L. // Plasma Sci. Technol. 2015. V. 17. P. 1006.
2. Иларионов Ю.А. Устройства СВЧ- и КВЧ- диапазонов. Методы расчета. Алгоритмы. Технология изготовления / Илларионов Ю.А., Раевский А.С., Раевский С.Б., Седаков А.Ю. – М. : Радиотехника, 2013. – 751 с.
3. Семёнов Н.А. Техническая электродинамика. Учебное пособие для вузов. – М. : Связь, 1973. – 480 с.

УДК 621.396.677

КУЛЯБА Д.Г., ГРАЧЁВ В.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЯВЛЕНИЯ МОДУЛЯЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ В ЦЕПИ ПИТАНИЯ УСИЛИТЕЛЕЙ МОЩНОСТИ ПРИ РАБОТЕ С ШИРОКОПОЛОСНЫМИ СИГНАЛАМИ И ЕЕ ВЛИЯНИЯ НА НЕЛИНЕЙНЫЕ ИСКАЖЕНИЯ В ПЕРЕДАЮЩЕМ ТРАКТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К радиомодулям, отвечающим в системах сотовой связи за передачу сигнала между операторской сетью и абонентами по воздушному каналу, предъявляются особенно высокие требования с точки зрения качества сигнала. Кроме достигаемой мощности и отсутствия искажений в используемой полосе, усилители сигнала внутри радиомодуля должны обеспечивать минимально возможное внеполосное излучение, особо влияющее на работу группы сот.

При исследовании выходного спектра сигнала при прохождении через усилительный тракт реального широкополосного сигнала 100 МГц было обнаружено, что уровни внеполосного излучения в соседние каналы неравномерны, при этом отличие по интегральной мощности в соседних каналах может достигать 3 дБм на высокой мощности, что достаточно серьёзно. Пример представлен на рисунке ниже.

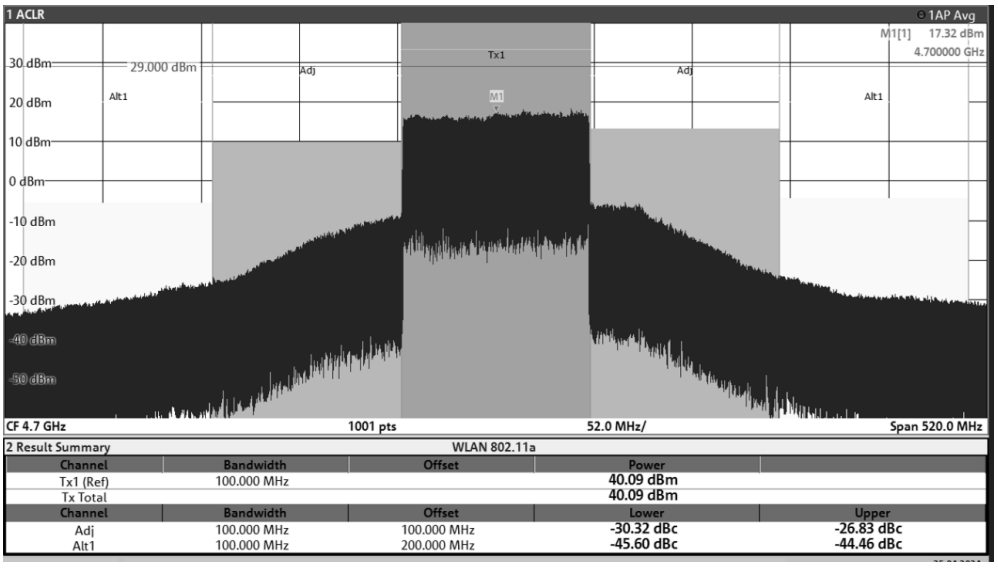


Рис. 1. Неравномерное излучение в соседних каналах относительно основного сигнала

При разработке широкополосных усилителей основное внимание уделяется оптимизации согласования на несущей частоте сигнала. При этом отсутствие согласования для комплексной огибающей модулированного сигнала ведёт к деградации эффективности, связанной с таким явлением как флуктуация смещения. Последнее происходит в ситуациях, когда особенно необходима широкая полоса рабочих частот. При худшем сценарии импеданс согласующей цепи принимает ёмкостной характер, и флуктуации смещений происходят в противофазе с модулирующим сигналом. Это становится причиной рассогласования на верхних или нижних частотах широкополосного сигнала, что в итоге и приводит к неравномерному распределению паразитного излучения в соседних каналах [1]. Цель данной работы – изучить более глубоко причину данного явления и прийти к модификации, способной устранить данную проблему.

---

1. Nunes, L. Efficiency Degradation Analysis in Wideband Power Amplifiers / L. Nunes, D. Barros, P. Cabral, // IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques – 2018 – Vol. 66, №12 – pp. 5640 – 5651.

УДК 621.39

ЛИСКОВИЧ А.П.

ВОЗМОЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ QAM МОДУЛЯЦИИ В БЕСПРОВОДНЫХ ТЕРАГЕРЦОВЫХ СИСТЕМАХ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы спрос на высокоскоростную беспроводную передачу данных значительно увеличился с появлением приложений с интенсивным использованием данных, таких как потоковое видео 4K, виртуальная реальность и устройства Интернета вещей (IoT). Традиционные технологии беспроводной связи сталкиваются с ограничениями в достижении требуемых скоростей передачи данных для этих приложений, что побуждает к исследованию и поиску новых подходов. Технология терагерцовой связи, работающая в диапазоне частот от 0,1 до 10 ТГц, привлекла значительное внимание благодаря своему потенциалу обеспечения сверхскоростной передачи данных.

В настоящее время существуют два основных способа работы в терагерцовом диапазоне. Они заключаются в переносе полезного сигнала по частоте в область терагерцовых частот. Непосредственная работа в исследуемом диапазоне невозможна, так как отсутствуют функциональные элементы для модуляции, демодуляции и усиления сигнала, однако исследования в этом направлении также ведутся. Стоит отметить, что оба подхода получили своё распространение.

В зарубежных работах [1-2] в подавляющем большинстве применяют гетеродинирование оптических сигналов, то есть перемножают два сигнала (модулированный и гармонический) с разницей по частоте, которая соответствует требуемой в терагерцовой области, после чего выделяют разностную составляющую. Этот подход позволяет проводить различные преобразования сигнала в оптической области частот, в том числе применять различные виды модуляции.

В отечественных исследованиях [3-4] отдают предпочтение переносу полезного сигнала из области СВЧ путём умножения частоты. Такой подход также позволяет применять давно изученные способы работы с сигналами. Однако, несмотря на схожесть, среди рассмотренных работ применяют исключительно амплитудную манипуляцию (ASK). Данный выбор обусловлен простотой реализации, но это ограничивает скорость передачи данных.

На данный момент для анализа применения QAM модуляции совместно с подходом умножения частоты были разработаны программные модели с использованием двух систем автоматизированного проектирования: Mathcad и SimInTech. Полученные результаты в

дальнейшем будут использованы при переходе к следующему этапу – экспериментальным исследованиям на базе макета субтерагерцовой беспроводной линии связи.

Библиографический список

1. Zhang, L. Beyond 100 Gb/s Optoelectronic Terahertz Communications: Key Technologies and Directions / L. Zhang, X. Pang, S. Jia [et al.] // IEEE Communications Magazine. – 2020. – P. 34-40.
2. Kleine-Ostmann, T. A Review on Terahertz Communications Research / T. Kleine-Ostmann, T. Nagatsuma // Journal of Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves. – 2011. – P. 143-171.
3. Ильченко, М.Е. Проектирование передающего и приемного радиотрактов радиорелейных систем терагерцового диапазона / М.Е. Ильченко, Т.Н. Нарытник, В.Н. Радзиховский [и др.] // Электросвязь. – 2016. – №2. – С. 43-50.
4. Андреянов, М.В. Вариант создания беспроводной линии связи субтерагерцового частотного диапазона / М.В. Андреянов, В.В. Бирюков, В.Л. Вакс [и др.] // Электроника, фотоника и киберфизические системы. – 2022. – №3. – С. 7-17.

УДК 621.376.2

МУРАЛЁВ И.А.

КОНТРОЛЛЕРЫ РАБОЧЕЙ ТОЧКИ ВНЕШНИХ ЭЛЕКТРООПТИЧЕСКИХ МОДУЛЯТОРОВ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ПРИ ПЕРЕДАЧЕ АНАЛОГОВЫХ СИГНАЛОВ ПО ВОЛС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из основных проблем, с которой сталкиваются электрооптические модуляторы, является дрейф рабочей точки, который может возникать из-за различных факторов, таких как изменения температуры, внешние воздействия или нестабильность источника питания. Дрейф рабочей точки может привести к искажениям сигнала и потере качества передачи данных, что делает эту проблему критически важной для систем связи и передачи информации. Эффективное управление и контроль дрейфом рабочей точки является ключевым аспектом для обеспечения стабильной и надежной работы электрооптических модуляторов в различных условиях эксплуатации.

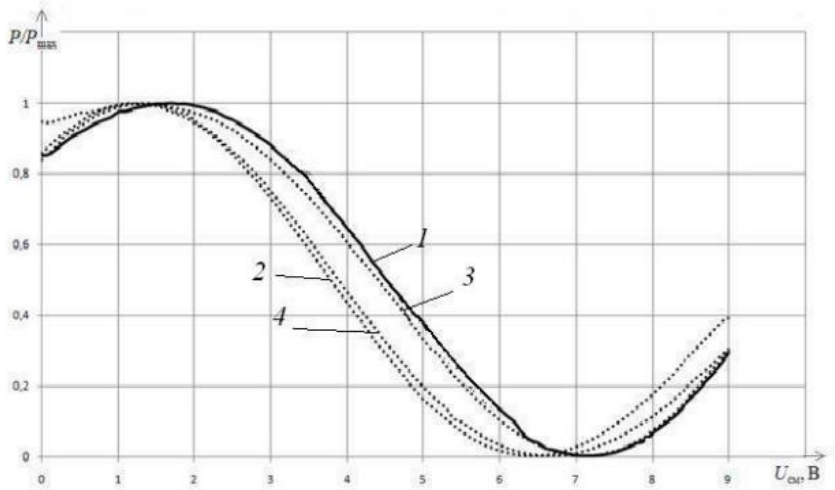


Рис. 1. Дрейф рабочей точки при плавном возвращении к нулю

Для решения проблемы дрейфа рабочей точки электрооптических модуляторов необходимо разработать контроллеры, способные обеспечить стабильное и точное управление рабочей точкой. Существуют два основных варианта контроллеров: аналоговые и цифровые. Аналоговые контроллеры позволяют более плавно регулировать рабочую точку, в то время как цифровые контроллеры обеспечивают большую гибкость и возможности программного управления. Выбор конкретного типа контроллера зависит от требований к точности, скорости реакции и степени автоматизации системы.

В ходе исследования было проведено анализ нескольких вариантов контроллеров рабочей точки, оценены их преимущества и недостатки с учетом требований к стабильности и точности управления. На основе проведенного анализа был разработан собственный контроллер рабочей точки, основанный на микроконтроллере, который сочетает в себе преимущества цифрового управления с высокой степенью автоматизации и программной настраиваемости. Разработанный контроллер демонстрирует эффективное управление рабочей точкой электрооптических модуляторов и способен обеспечить стабильную передачу данных в различных условиях эксплуатации.

---

1. Схемотехника аналоговых электронных устройств/ В.Н.Павлов, В.Н. Ногин // М.: Горячая линия — Телеком, 2001. – 320 с. .

УДК 530.145.61

ОБРАЗЦОВА Д.В., МАЛАХОВ В.А.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ ОДИНОЧНЫХ ФОТОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Перехват информации в оптоволоконных системах является сложной, но решаемой задачей. Оптическое волокно используется для передачи данных с высокой скоростью и на большие расстояния, что делает его привлекательным для многих отраслей, включая телекоммуникации, интернет и оборонную промышленность. Однако, несмотря на все преимущества оптоволоконной связи, существует вероятность перехвата передаваемых данных злоумышленниками [1].

Квантовые технологии – это критически важное высокотехнологичное направление (ВТН) развития России, в котором у страны должны присутствовать собственные высококвалифицированные научные и профессиональные кадры, способные обеспечить ее лидерство на мировой арене. Разработка экспериментальной установки для регистрации одиночных фотонов имеет значительную актуальность в современной науке и технологии, особенно в контексте стремительного развития квантовых технологий. Одиночные фотоны играют ключевую роль в квантовой информатике и квантовой криптографии, поскольку они используются как основные носители информации для передачи и преобразования квантовых состояний.

Использование одиночных фотонов позволяет повысить уровень безопасности передачи данных, так как любая попытка несанкционированного вмешательства в квантовую коммуникацию немедленно приводит к изменению состояния системы, что может быть легко обнаружено. Кроме того, разработка таких установок способствует углублению понимания квантовой механики и открывает новые возможности для исследований в области фундаментальных наук.

В данной работе проводится разработка установки для регистрации одиночных фотонов, построенная на основе *SPAD* (*Single Photon Avalanche Photodiode*) *with TEC* – однофотонный лавинный диод с внешним термоэлектрическим охладителем, используемый в качестве счетчика одиночных фотонов. Прибор может работать при напряжении выше пробоя в течение короткого периода времени, который вызывается командой «Режим Гейгера».



Рис. 1. *SPAD with TEC*

1. Шубин, В. В. Информационная безопасность волоконно-оптических систем / В. В. Шубин. – Саров: РФЯЦ-ВНИИЭФ, 2015. - 257 с.

УДК 530

РЯБОВ К.С.

МОДУЛЯЦИОННАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ В ДВУМЕРНОМ НЕЛИНЕЙНОМ УРАВНЕНИИ ШРЁДИНГЕРА

Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики»

Нелинейное уравнение Шрёдингера играет важную роль в описании различных физических процессов, таких как распространение света в оптических волокнах, ограничение Бозе-эйнштейновских конденсатов, распространение гравитационных волн и волн Ленгмюра в горячей плазме. Оно также применяется в исследовании распространения плоско-дифрагированных волновых пучков в фокусирующих областях ионосферы, альфа-спиральных солитонов Давыдова и переноса энергии по молекулярным цепям. Это уравнение является одним из универсальных уравнений, описывающих эволюцию медленно изменяющихся пакетов квазимонохроматических волн в слабо нелинейных средах с дисперсией. В квантовой механике нелинейное уравнение Шрёдингера описывает бозонные точечные частицы с дельта-функциональными взаимодействиями, которые могут быть преобразованы в систему одномерных невзаимодействующих бесспиновых фермионов.

Модуляционная неустойчивость – это явление, при котором изначально гармоническая волна в нелинейных средах превращается в амплитудно (фазово) модулированную волну из-за нестабильности по отношению к малым возмущениям. Это универсальное явление, наблюдаемое в разных волновых системах с дисперсией, включая волны на поверхности воды, электромагнитные волны в плазме и других нелинейных средах.

Для отыскания ограничения на модуляционную устойчивость в двумерном уравнении необходимо сделать замену переменных для перехода к одномерному случаю. После этого необходимо найти слагаемые, отвечающие за нелинейность и дисперсионные слагаемые. Сделав группировку, предполагая, что все коэффициенты являются натуральными целыми числами, можно записать соотношение на них, которое и даст нам необходимый критерий модуляционной устойчивости в двумерном уравнении Шрёдингера. Особый интерес представляет графическая интерпретация данного неравенства.

Библиографический список

1. G. Agrawal, Nonlinear Fiber Optics. Academic Press, 2012, §5.3.1.
2. Yu.S. Kivshar, G.P. Agrawal, Optical solitons. From fibers to photonic cristals.
3. Academic Press, 2003, §1.4.3.
4. Ю.С. Кившарь, Г.П. Агравал, Оптические солитоны. М.: Физматлит, 2005, §1.4.3.
5. L. Ostrovsky, A. Potapov. Modulated Waves. Theory and Applications. The John
6. Hopkins University Press, New York, 2002, §11.4.
7. Л.А. Островский, А.И. Потапов. Введение в теорию модулированных волн. М.:
8. Физматлит, 2003, §11.4.
9. N.N. Akhmediev, A. Ankiewicz, Solitons. Nonlinear pulses and beams. Charpman &
10. Hall, 1997, §5.7-5.9.
11. Н.Н. Ахмедиев, А. Анкевич, Солитоны. Нелинейные импульсы и пучки.

УДК 551.466.8

САННИКОВ Н.А.[1,2], ДИДЕНКУЛОВ О.И.[1], ТАЛИПОВА Т.Г.[1]

НЕЛИНЕЙНАЯ ТЕОРИЯ ВОЛНОВЫХ ДВИЖЕНИЙ В СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ СРЕДЕ С ПРИЛОЖЕНИЯМИ К ВНУТРЕННИМ ВОЛНАМ В ОКЕАНЕ

Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова-Грехова РАН, Нижний Новгород
Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева, Нижний Новгород

Данные многочисленных наблюдений внутренних волн в океане показывают существование таких сильно нелинейных образований, как солитоны и бризеры. Их теория в рамках асимптотической теории основана на уравнении Гарднера, которое представляет собой уравнение Кортевега-де Вриза с квадратичной и кубической нелинейностью. Это уравнение является полностью интегрируемым с точки зрения нелинейной математической физики, что позволяет использовать широкий класс его решений для объяснения наблюдаемых свойств внутренних волн в океане.

В рамках данной работы исследованы следующие задачи:

- получены аналитические выражения для динамических характеристик уединенных волн (солитонов и бризеров) в стратифицированной среде с произвольным распределением частоты плавучести, типичным для прибрежной зоны. В частности, приводятся формулы для полей скорости жидкости, ускорения частиц и давления. Эти формулы выведены в рамках асимптотической теории, когда удается разделить переменные: распределение поля по вертикали описывается задачей Штурма-Лиувилля, а форма волны – уравнением Гарднера. Показано их неплохое соответствие (для волн наинизшей моды) результатам численного расчета динамических характеристик уединенных волн в рамках двумерных уравнений Эйлера;

- в рамках двумерного (в горизонтальной плоскости) обобщения уравнения Гарднера, приводящего к уравнению типа Кадомцева-Петвиашвили, исследованы процессы формирования волн большой амплитуды (внутренних волн-убийц). В частности, нами получены аналитические решения резонансного взаимодействия внутренних солитонов с образованием солитонных триад. На этой основе определены критические параметры солитонов Гарднера, приводящие к появлению внутренних волн аномально больших амплитуд. Определены скорости и направления движения экстремально больших волн и их зависимости от параметров исходных солитонов (амплитуд, скоростей и углов взаимодействия);
- развита простейшая теория генерации внутренних волн при эксплозивном извержении подводных вулканов. Мотивация этих исследования связана с имеющимися наблюдениями таких волн при извержении вулкана в архипелаге Тонга 15.01.2022. С использованием параметрического очага исследована структура волнового поля в среде с постоянной частотой плавучести и в двухслойном потоке. Нами также сделаны оценки на уклоны дна в прибрежной зоне на предмет генерации внутренних волн «поверхностной» волной цунами (с использованием данных реальных наблюдений) для модельных и конкретных стратификаций воды. Эти оценки будут основаны на лучевой теории внутренних волн, которая используется для анализа распространения внутренних приливов в толще океана.

Исследования поддержаны грантом РНФ 24-27-00110 («Интенсивные внутренние волны в морях и их воздействие на подводные объекты»).

СЕКЦИЯ 8

ПРОМЫШЛЕННАЯ БИОИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Подсекция 8.1

Медицинская инженерия

УДК 577.342

МЕЛУЗОВ А.Г., НОВОЖИЛОВА О.О., ЕГОШИН М.А., АЛЕКСЕЕВА А.А.

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН НА ПАТОГЕН, МЕТОД РАЗРУШАЮЩЕГО РЕЗОНАНСА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Структура вируса обычно состоит из внутренней нуклеиновой кислоты (РНК или ДНК) и внешнего капсида. Нуклеиновая кислота определяет генетические свойства вируса и его способность к репликации. Капсид, внешний слой правильно расположенных белковых субъединиц, является основной каркасной структурой и антигенным компонентом вирусной частицы и защищает нуклеиновые кислоты.

Морфологические характеристики вирусов могут отражать их функции, такие как выживаемость и инфекционная способность. Электромагнитные волны могут нарушать морфологию вирусов, особенно электромагнитные волны сверхвысокой частоты и чрезвычайно высокой частоты.

Быстрая и эффективная ликвидация патогенных вирусов включает профилактические, защитные меры и устранение источника. Уничтожение патогенных вирусов путем физиологического разрушения с целью снижения их инфекционной, патогенной и репродуктивной способности является мощным подходом к их устранению. Традиционные методы, включая высокие температуры, химические вещества и ионизирующее излучение, могут эффективно устранять патогенные вирусы. Однако эти методы имеют ряд ограничений. Таким образом, по-прежнему существует острая необходимость в разработке инновационных стратегий уничтожения патогенных вирусов.

Излучение электромагнитных волн имеет потенциал как практический способ устранения патогенных вирусов благодаря своей высокой проникающей способности, быстрому и однородному нагреванию, резонансу с микроорганизмами и высвобождению в плазме.

Недавние исследования показали, что воздействие электромагнитных волн на патогенные вирусные белки преимущественно основано на их непрямом тепловом воздействии на среду и их непрямом воздействии на синтез белка путем разрушения нуклеиновых кислот. Оболочка патогенных вирусов тесно связана с инфекционной или патогенной способностью. А резонансный эффект передачи энергии электромагнитных волн может вызвать стресс, достаточный для разрушения структуры вирусной оболочки.

Для вирусов, находящихся в оболочке, инфекционность или определенная активность обычно снижаются или полностью теряются после разрушения оболочки. Тепловой эффект относится к повышению температуры, вызванному высокоскоростным вращением,

столкновением и трением полярных молекул в тканях под действием электромагнитных волн. Благодаря этому свойству электромагнитные волны могут повышать температуру вируса выше порога физиологической переносимости, что приводит к гибели вируса.

В дополнение к тепловому воздействию электромагнитные волны могут изменять полярность молекул, таких как микробные белки и нуклеиновые кислоты, и вызывать вращение и вибрацию молекул, что также приводит к снижению жизнеспособности или даже гибели.

Считается, что быстрое изменение полярности электромагнитных волн может вызвать поляризацию белка и привести к скручиванию белковых структур, что в конечном итоге приводит к денатурации белка.

По сравнению с традиционными технологиями уничтожения вирусов электромагнитные волны демонстрируют простоту, высокую эффективность, практичность и экологичность уничтожения вирусов благодаря их собственным уникальным физическим характеристикам.

УДК 577.344

МЕЛУЗОВ А.Г., НОВОЖИЛОВА О.О., ЕГОШИН М.А., ДАВЫДОВА Д.А.

КОНТУРНЫЙ ДУБЛИКАТОР ДЛЯ КОСМЕТОЛОГИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

При работе с косметологическим лазером Evo light C по обработке келоидной ткани сложной формы все зависит от субъективности и опыта оператора, выполняющего процедуру. При ошибках оператора происходит поражение расположенных рядом здоровых тканей, что недопустимо и вызывает дополнительную травматизацию кожного покрова пациента.

Чтобы решить эту проблему и получить более оптимальный результат, предлагается устройство диафрагмирования, основанное на принципах работы контурного дубликатора (рис.1). Данное устройство настраивается по границе сложного келоидного образования на поверхности кожного покрова, закрывая собой всю здоровую часть кожи рядом с келоидной тканью пластинчатой регулируемой диафрагмой.

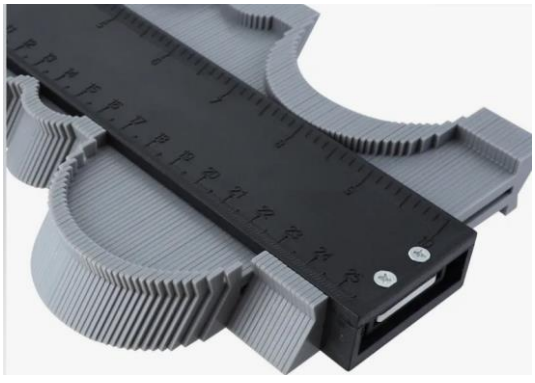


Рис.1. Схема работы дубликатора, повторяющего нужный контур

Устройство диафрагмы состоит из прямоугольной рамы с закрепленными в ней двумя рядами поликарбонатных пластин толщиной от 1мм и длинной примерно от 35-40 мм. Пластины подвижны, каждая по отдельности. Перемещая их до точки соприкосновения с келоидной тканью, оператор может точно подогнать область подверженной для обработки лазером. Остальная ткань, не требующая тепловой обработки лазерным пучком,

прикрывается данными пластинами. На рис. 2 представлена схема диафрагмы для работы с участком келоидной ткани.

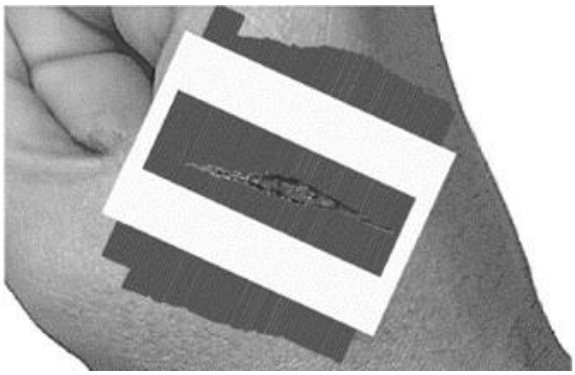


Рис.2. Установленная вокруг келоидного образования диафрагма

Это позволяет оператору более точно обрабатывать требуемый участок, без опасения повреждения живой, здоровой ткани.

УДК 616.5

КОЖЕВЯТКИНА М.А., НЕСТЕРОВА А.В., РОДИН И.С.

АНАЛИЗ МЕДИЦИНСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ КОЖИ С ПОМОЩЬЮ ИИ И МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В настоящее время использование искусственного интеллекта становится все более распространенным в различных областях человеческой жизни. Нейросети и методы машинного обучения продвигаются вперед, что позволяет экономить время и усилия при разработке важных программ, устройств и приложений. С укоренившимся присутствием во многих сферах нашей жизни, искусственный интеллект обладает огромным потенциалом для улучшения медицинской сферы.

Уже в 2018 году более 5 тысяч роботов были задействованы в более чем миллионе операций различной сложности, помогая хирургам в своей работе. Ученые из Университета Оксфорда достигли высочайшей точности диагностики [1]: их разработанная нейросеть распознавала злокачественные образования на коже с точностью 95%, в то время как опытные дерматологи добивались лишь 88,9% точности.

В период 2021-2022 годов команда специалистов ФГБОУ ВО "ПИМУ" разработала приложение "Pro родинки"[2], которое позволяет с помощью нейросети определять меланомы по фотографии. Приложение было выпущено в маркеты App Store и Google Play. На данный момент продолжается работа по усовершенствованию приложения.

С учетом вышеизложенного, возникает потребность в разработке простого приложения для анализа медицинских изображений с возможностью использования в повседневной жизни. Создание приложения для самостоятельной диагностики кожных заболеваний по типу нейросети, разработанной учеными из Оксфорда, но аналоговое Российское, может стать удачным шагом в области медицинской помощи и самодиагностики.

Для разработки такого приложения необходимы следующие ключевые компоненты, перечисленные далее.

1. Алгоритмы обработки изображений: Реализация алгоритмов компьютерного зрения, сегментации и распознавания объектов на изображениях для точного выявления патологий на коже.

2. Нейронные сети и машинное обучение: Обучение нейронных сетей на большом объеме медицинских изображений для автоматической диагностики кожных заболеваний с высокой точностью.

3. Интерфейс пользователя: Создание удобного и интуитивно понятного интерфейса приложения, который позволит пользователям легко загружать изображения и получать результаты анализа.

4. База данных медицинских изображений: Наличие обширной базы данных изображений с аннотациями для обучения моделей машинного обучения и валидации точности диагностики.

5. Тестирование и валидация: Организация тестирования приложения на различных наборах изображений и проверка его эффективности и точности диагностики.

Кроме того, для успешной реализации приложения важно учитывать этические и юридические аспекты, а также предусмотреть механизмы обратной связи с пользователями и постоянное обновление базы данных для улучшения качества диагностики.

Цель работы при разработке приложения заключается в создании доступного и эффективного инструмента для самостоятельной диагностики кожных заболеваний с использованием искусственного интеллекта и машинного обучения. Главной задачей является обеспечение пользователям возможности быстрого и точного определения возможных патологий на основе анализа медицинских изображений.

Библиографический список

1. Приложение “Про родинки” будет внедряться в первичное звено здравоохранения РФ [Интернет источник]: https://pimunn.ru/news/prilozhenie_pro_rodinki_budet_vnedryatsya_v_pervichnoe_zveno_zdravookhraneniya_rf/

2. Искусственный интеллект научили диагностировать рак кожи [Интернет источник]: https://www.gazeta.ru/science/news/2023/10/23/21557089.shtml

УДК 51

МАРКЕЕВ С.М., ЖИРНОВА Е.Е., МАРКЕЕВА Т.М.

МАТЕМАТИЧЕСКИЕ РАСКРАСКИ

«МБОУ Лицей №165 имени 65-летия ГАЗ» г. Нижний Новгород

В олимпиадных задачах по математике неоднократно встречаются подобные формулировки: *«В каждой клетке доски в n x n клеток сидит жук. Затем каждый жук переползает... докажите, что...» или «возможно ли разрезать фигуру так, что бы».* Каждый раз, решая такую задачу, приходится действовать наугад, подбирая возможный вариант. Такой метод решения занимает много времени и часто не позволяет решить задачу. А можно ли решить эти задачи не перебором, а другим, более быстрым способом?

При подробном изучении задач данного вида я увидел, что решение связано с методом раскрасок – это один из способов решения олимпиадных задач, который не рассматривается в школьном курсе математики.

Цель данной работы – выяснить, какие задачи возможно решить методом раскрасок.

Идея метода раскраски состоит в том, что мы делим математические объекты на группы, каждой ставим в соответствие свой цвет, а затем составляем цветовую модель,

которая помогает найти правильное решение. Многие логические задачи повышенного уровня сложности и олимпиадные, объединены одной и той же идеей – раскрасить таблицу, чтобы было видно, что какое-то условие задачи не может выполняться. Поэтому задачи можно классифицировать по признаку «наличие раскраски» (табл.1).

Таблица 1

Классификация раскроски по признаку «наличие раскраски»

Задачи с раскрасками					
Раскраска дана в условии		Раскраску требуется получить в соответствии с заданием	Раскраски нет в условии и задании, но ее можно применить в решении задачи		
Задачи на шахматной доске	Задачи с раскрашенными объектами (плоскость, фигура)	Задачи на раскрашивание фигуры, плоскости	Задачи на разрезание и замощение фигуры	Задачи на заполнение таблицы с заданными условиями	Другие задачи

На мой взгляд, это самый интересный и самый «творческий» раздел, когда с первого взгляда можно и не догадаться применить метод раскрасок.

Рассмотрим задачу на разрезание: можно ли разрезать доску 8 × 8 с вырезанным уголком на прямоугольники 1 × 3 по линиям сетки.

Решение: Для решения этой задачи воспользуемся раскраской по диагонали в три цвета, чтобы каждый прямоугольник 1 × 3 содержал по одной клетке каждого цвета.

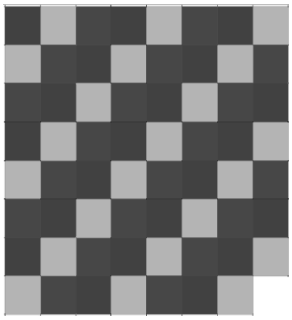


Рис 1. Доска 8 × 8 с вырезаным уголком с раскраской по диагонали в три цвета.

Тогда красных клеток – 21, желтых – 22, а синих – 20, таким образом, доску не получится разрезать на такие прямоугольники, ведь для этого необходимо, чтобы число клеток разного цвета было одинаковым.

УДК 615.072

ПРИХОДЬКО Д.А., НОВОЖИЛОВА О.О., ЕГОШИН М.А.

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССОВ В СФЕРЕ СЕРВИСНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МЕДИЦИНСКОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Медицинская техника играет ключевую роль в оказании медицинской помощи пациентам. Её надежная и бесперебойная работа является необходимым условием для

успешной диагностики, лечения и реабилитации. Отказ или неполадки в работе медицинской техники могут иметь серьезные последствия, включая угрозу жизни пациентов.

Сервисные службы фирм-производителей медицинских изделий, являются важными составляющими и выполняют множество задач, включая плановое техническое обслуживание, ремонт, калибровку и обновление медицинской техники.

В ходе выполнения данного исследования решались следующие задачи:

- сбор информации о текущей организации и функционировании сервисной службы: структура службы, роли и обязанности сотрудников, наличие оборудования и программного обеспечения для обслуживания и ремонта медицинской техники;
- анализ данных о работе службы за определенный период времени: количество обращений, типы и причины неисправностей, среднее время ремонта и обслуживания;
- опрос или интервьюирование сотрудников службы для выявления проблемных моментов в работе, выявления недостатков в организации и процессах;
- анализ существующих методов и подходов к управлению сервисной службой и ремонту медицинской техники, их преимущества и недостатки.
- разработка предложений и рекомендаций по оптимизации работы сервисной службы, внесение изменений в структуру, процессы и обучение персонала.
- анализ потребности организации в квалифицированных специалистах в области ремонта и обслуживания медицинской техники, меры по повышению квалификации и развитию персонала.

В результате исследования были рассмотрены различные подходы к организации сервисной службы, а также изучены методы и инструменты, используемые для диагностики, ремонта и профилактики медицинской техники. Было отмечено, что успешное функционирование сервисной службы требует высокого профессионализма специалистов и их способности адаптироваться к постоянно изменяющимся условиям и требованиям рынка.

Особое внимание было уделено анализу проблем, с которыми сталкиваются службы сервиса медицинской техники, включая недостаточную осведомленность о новых технологиях, сложности в обеспечении качественной технической поддержки, проблемы с обучением и мотивацией персонала, а также вопросы, связанные с обеспечением безопасности и конфиденциальности данных пациентов.

Результаты исследования позволили выявить основные направления для дальнейшего развития сервисной службы и разработки эффективных стратегий работы с клиентами, поставщиками и производителями. В частности, были предложены рекомендации по оптимизации процессов обслуживания и создания системы непрерывного обучения и развития специалистов.

---

1. ГОСТ ISO 13485-2017. Системы менеджмента качества. Требования для целей регулирования. - М.: ФГУП «Стандаринформ», 2018. – 41 стр.

УДК 577.344

ПРИХОДЬКО Д.А., НОВОЖИЛОВА О.О., МЕЛУЗОВ А.Г.

РАЗРАБОТКА КРИТЕРИЕВ ДЛЯ СРАВНИТЕЛЬНОЙ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ПРОЦЕДУР АППАРАТНОЙ КОСМЕТОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По мере повышения уровня жизни в современном обществе все больше людей интересуются проблемами старения и антивозрастными средствами. В косметическом

секторе доля рынка антивозрастных средств и услуг растет с каждым годом, увеличивается и число производителей различного медицинского высокотехнологичного оборудования.

Старение организма протекает с разной, генетически обусловленной скоростью у всех организмов. Основной причиной является накопление реактивных форм кислорода (АФК) как побочного продукта клеточного метаболизма. Активные формы кислорода повреждают такие важные клеточные компоненты, как клеточные мембраны, ферменты и дезоксирибонуклеиновую кислоту (ДНК). Кроме того, с возрастом клетки кожи также биологически стареют. В результате скорость пролиферации эпидермиса начинает снижаться, а структура и функции кожи неуклонно ухудшаются.

Экзогенные повреждения также способствуют старению. Например, ультрафиолетовое излучение ежедневно вызывает тысячи изменений в клеточной ДНК, что приводит к кумулятивному повреждению кожи и усиливает нормальный хронологический спад. Воздействие окружающей среды, такое как загрязнение и табачный дым, также ускоряет естественный процесс старения. Понимание основных физиологических процессов старения и спектра воздействия на кожные покровы будет способствовать повышению эффективности будущих методов лечения.

Для качественной оценки воздействия различных видов аппаратных процедур в области оборудования эстетической медицины, были решены следующие задачи:

- обзор физических основ применения лазерных технологий;
- обзор физических основ применения аппаратов на основе радиочастотной энергии;
- разработка критериев сравнения технических характеристик на примере двух конкретных аппаратов;
- разработка критериев оценки и сравнения эстетических характеристик, полученных опытным путем.

Проведенное исследование по сравнению двух разных методик в современной аппаратной косметологии позволило получить ряд важных результатов. Во-первых, была выявлена актуальность проблемы, связанная с возрастными изменениями кожных покровов и методами лечения. Во-вторых, были проанализированы существующие методы и подходы к решению данной проблемы, такие как лазерные методики, радиочастотные приборы и аппараты на основе высокоинтенсивного фокусированного ультразвука, а также выявлены преимущества и недостатки каждого метода.

В ходе исследования была разработана методология сравнения, основанная на использовании современных методов и технологий, применяемых в эстетической медицине, которая позволила получить достоверные результаты. В результате проведенного анализа были выявлены основные факторы, влияющие на исследуемый процесс, а также определены оптимальные параметры для разработки сравнительного анализа. Полученные результаты были обсуждены с точки зрения их применимости для решения исходной задачи.

УДК 314

РОМАНОВ А.Д., РОМАНОВА Е.А., ГОРБАТОВ Р.О., КАЗАКОВ А.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ БРОНЕЗАЩИТЫ КОНЕЧНОСТЕЙ ПО ДАННЫМ ИСПЫТАНИЯ МАКЕТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России

На современном этапе продолжается создание нового поколения боевой защиты военнослужащих. В ходе боевых действий среди ранений, не приводящих к мгновенной смерти, преобладают поражения опорно-двигательного аппарата, причем, доля осколочных ранений конечностей составляет более 60%. При этом раненый чаще всего утрачивает возможность самостоятельного передвижения и нуждается в эвакуации с задействованием как личного состава, так и транспортных средств [1].

Причины ампутации конечности чаще всего связаны с одномоментным воздействием, при котором потеря конечности является неотвратимой. Баллистическая защита конечностей позволяет обеспечить потенциальную возможность предотвратить ампутацию конечности, либо снизить повреждения. При этом защита не должна увеличить травму при непробитии.

К тому же после локальной потери несущей способности элементы конструкции под действием внешних сил занимают новое положение, и окончательная потеря несущей способности происходит уже для этого положения.

Для определения основных путей развития средств индивидуальной бронезащиты необходимо учитывать изменение структуры ранений в современных военных конфликтах. Такой анализ позволяет определить наиболее уязвимые области тела бойца, для уменьшения тяжести травм которых требуется поиск соответствующих технических решений по усовершенствованию бронезащиты [2,3].

На сегодняшний день разработка и создание новейших образцов бронезащиты требует проведения большого объёма дорогостоящих опытов. Математическое моделирование может быть использовано для получения оценочных результатов в первом приближении, которые помогут сузить круг поиска, путем устранения вариантов изделий, не способных выполнить поставленные задачи. При анализе проникновения не учитывается отклонение поражающего элемента от траектории движения в мягких тканях и при столкновении с костью.

На поведение поражающего элемента оказывает влияние плотность, эластичность повреждаемых тканей, а также форма поражающего элемента и его положение в момент удара о препятствие. При осколочных и пулевых ранениях, нанесенных высокоскоростными элементами, могут возникать существенно отличные от низкоскоростных травм явления.

На конечности приходится более 60% поверхности тела и более 60% всех боевых ран. Как показывает опыт оказания помощи раненым и экспериментальные исследования, основную массу поврежденных тканей при ранениях конечностей составляют мышцы, при этом повреждения сосудов и кровоизлияния могут наблюдаться на гораздо большем расстоянии от раневого канала, что существенно влияет на тяжесть последующих изменений в ране. Проведение испытаний бронезащиты на макетах конечностей позволяет сократить затраты при повышении качества испытаний.

Библиографический список

1. Современная боевая травма и развитие средств индивидуальной бронезащиты / Е. А. Чернышов, А. А. Абросимов, И. Д. Романов [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2014. – № 9-1. – С. 42-46. – EDN QMUFLU.

2. Развитие техники и технологии испытания баллистических шлемов / Е. А. Чернышов, И. Д. Романов, А. Д. Романов, Р. О. Горбатов // Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2019. – Т. 1, № 1(37). – С. 100-107. – EDN OZMGDC.

3. Современные подходы к оценке тяжести повреждений при моделировании минно-взрывных травм / Е. А. Чернышов, И. Д. Романов, А. Д. Романов, Р. О. Горбатов //

Ученые записки Комсомольского-на-Амуре государственного технического университета. – 2018. – Т. 1, № 2(34). – С. 105-112. – EDN UXBPRI.

УДК 314

РОМАНОВА Е.А., РОМАНОВ А.Д., ГОРБАТОВ Р.О., КАЗАКОВ А.А.

РАЗВИТИЕ МЕТОДОВ ОЦЕНКИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОСТЕЙ ПО ДАННЫМ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Приволжский исследовательский медицинский университет Минздрава России

Вследствие многих факторов в определенных местах объема механические свойства костей могут отличаться от осредненных в значительной степени.

Для визуализации и оценки качества костной ткани с использованием компьютерной томографии существуют различные методики пересчета чисел Хаунсфильда в реальные механические характеристики кости пациента.

Фантомное исследование связи единиц Хаунсфилда, минеральной плотности кости и ее прочности с фильтрами реконструкции томографов разных фирм-производителей показало, что изменение настроек сканирования может привести к различиям определения свойств костной ткани.

При этом ударное нагружение, а не минеральная плотность кости, в гораздо большей степени является этиологическим фактором при переломе.

Расчеты напряженно деформированного состояния, даже с применением такого высокоэффективного численного решения, как метод конечных элементов, могут приводить к недопустимой по величине погрешности [1].

Физический эксперимент с использованием моделей костей позволяет получить фактическую картину разрушения, и, в ряде случаев, учесть незаложенные в математическую модель факторы. Аддитивные технологии 3D печати анатомических структур человека с использованием данных компьютерно-томографического обследования позволяют создавать прецизионные макеты с учетом внешнего и внутреннего строения биологического объекта.

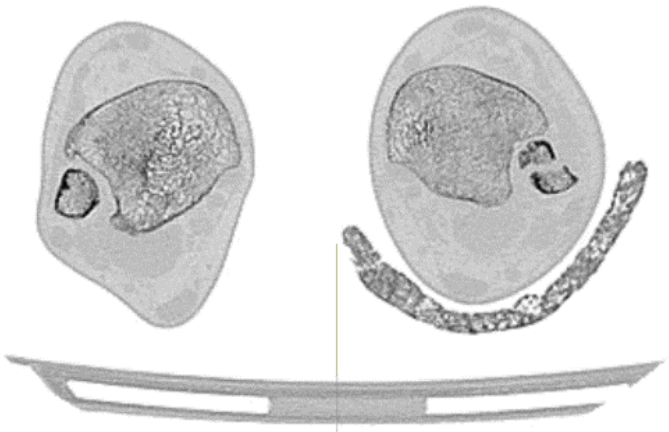


Рис. 1. Пример томографического среза пациента с переломом лодыжки и наложенным гипсом

На рис. 1 приведен пример томографического среза перелома лодыжки и наложенного гипса. Видно, что гипс не влияет на качество получаемого среза, отсутствуют блики или затемнения, которые затруднят диагностическое обследование заболеваний. Но стол нельзя использовать как образец сравнения, так как он постоянно подвергается воздействию излучения и со временем меняет свои механические свойства. Применение фантомов при проведении томографии позволят повысить точность построения математической модели поврежденных костей и обеспечить более точное планирование операции.

---

1. Горбатов, Р. О. Разработка технологии создания индивидуальных ортезов для иммобилизации суставов верхней конечности с помощью 3D-печати / Р. О. Горбатов, А. А. Казаков, А. Д. Романов // Вестник Волгоградского государственного медицинского университета. – 2018. – № 3(67). – С. 124-128. – DOI 10.19163/1994-9480-2018-3(67)-124-128. – EDN UZUOZP.

Подсекция 8.2

Промышленная биотехнология и биоинженерия

УДК 577.114

АНДРЕЕВА Е.А., СОКОЛОВА Т.Н.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бактериальная целлюлоза нашла широкое применение в медицине благодаря уникальной трёхмерной тонкой сетчатой наноструктуре, подобной внеклеточному матриксу. Она является высокочистым материалом, обладает влагоудерживающей способностью, кристалличностью и биосовместимостью (рис. 1).

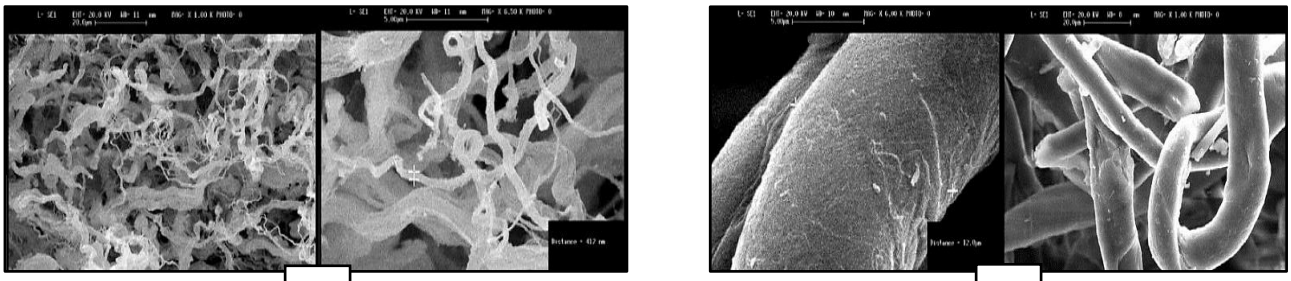


Рис. 1. **Микрофотография волокон целлюлозы:** *а* – бактериальной, *б* – растительной (заимствовано из работы [1])

Прочность плёнок полимера при растяжении достигает значений в 200-300 МПа, а модуль Юнга 1-1,5 ГПа. Высокая пористость и большая площадь поверхности позволяет ему взаимодействовать с противомикробными препаратами [2]. Медицинские повязки на основе данного материала уменьшают экссудацию, защищают от инфекции, практически полностью воспроизводят ожоговую поверхность, создавая оптимальную закрытую среду для ускоренного заживления и регенерации кожи с полноценной эпителизацией дефекта.

Перспективными продуцентами биополимера являются аэробные бактерии рода *Komagataeibacter* [3]. Послеспиртовая барда – быстрозакисающая суспензия, содержащая большое количество протеинов, жиров, клетчатки, безазотистых экстрактивных веществ, включая несброженные сахара и крахмал. Использование её в составе питательной среды снижает себестоимость производства и уменьшает нагрузку на экологию. Культивирование бактерии на среде с бардой позволяет получать биополимер с большим содержанием Iα формы целлюлозы (до 44,4 ± 0,4%) и высокой степенью кристалличности (до 82,3%). Кроме этого формируются волокна толщиной 36 ± 6,0 нм [4].

При статической ферментации на границе раздела воздух-жидкость образуются пластинчатые плёнки, фиксированной геометрии, что позволяет полимеру принимать форму раневой поверхности и плотно прилегать к ней.

Библиографический список

1. Thompson D.N., Hamilton M.A. Production of bacterial cellulose from alternate feedstocks // Appl. Biochem. Biotechnol. – 2001. – Vol. 93, № 5. – P. 13 – 18;
2. Ревин В.В., Лияськина Е.В., Пестов Н.А. Получение бактериальной целлюлозы и нанокомпозиционных материалов // Саранск: Изд-во Мордов. ун-та. – 2014. – 128 с;
3. Ревин В.В., Лияськина Е.В., Сапунова Н.Б., Богатырева А.О. Выделение и характеристика штаммов – продуцентов бактериальной целлюлозы // Микробиология. – 2020. – Т. 89, №1. – С. 88 – 98;
4. Пат. 2536973C1 Российская Федерация, МПК C12N 1/20. Способ получения бактериальной целлюлозы / Ревин В.В., Лияськина Е.В., Назаркина М.И; заявитель и патентообладатель Мордов. ун-т им. Н.П. Огарёва; заявл. – 06.12.2013; опубл. – 27.12.2014, Бюл № 36. – 6 с.

УДК 612.396.3

ВАРНИНА А.А., ВЕРАХИНА А.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕРМЕНТАТИВНОЙ АКТИВНОСТИ α-АМИЛАЗЫ СЛЮНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
МБОУ «Каменская школа»

Все биохимические процессы, протекающие в живых организмах, осуществляются с помощью ферментов. Именно они способствуют превращению одних веществ в другие в процессе метаболизма. Доподлинно известно, что здоровое пищеварение – это неотъемлемое условие полноценной жизни и долголетия человека. Важнейшую роль в достижении этого играют пищеварительные ферменты.

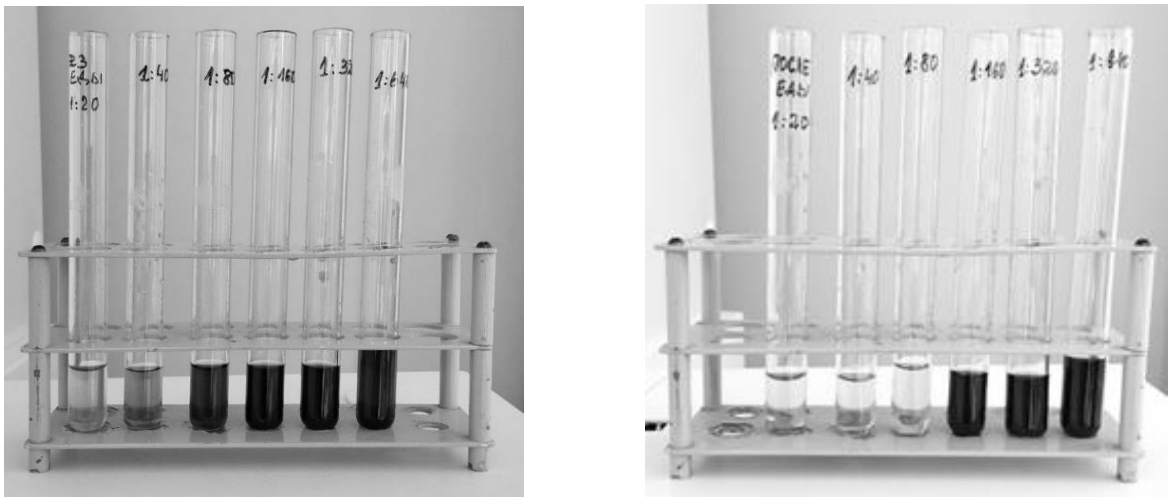
Однако по данным Минздрава РФ заболевания пищеварительного тракта стали занимать лидирующие позиции в общем списке болезней. В последнее время все чаще у людей стали наблюдаться состояния нарушенного переваривания и всасывания питательных веществ, связанные с недостаточной выработкой ферментов или их низкой активностью. Поэтому в настоящее время все больше внимания уделяется контролю активности ферментов [1].

Целью работы являлось определение ферментативной активности α-амилазы слюны, обеспечивающей расщепление крахмала в процессе пищеварения.

Объект исследования – α-амилазы слюны. Для получения точных результатов и возможности сравнительного анализа ферментативной активности α-амилазы были использованы образцы слюны, полученные до и после приема пищи.

В рамках исследования для обоих образцов слюны проводилось два эксперимента. В ходе первого эксперимента осуществлялось количественное определение активности α-амилазы по J.Wohlgemuth с последующим расчетом [2]. Во втором эксперименте исследовалось влияние активаторов и ингибиторов на активность α-амилазы слюны и расщепление крахмала в сравнении с контролем.

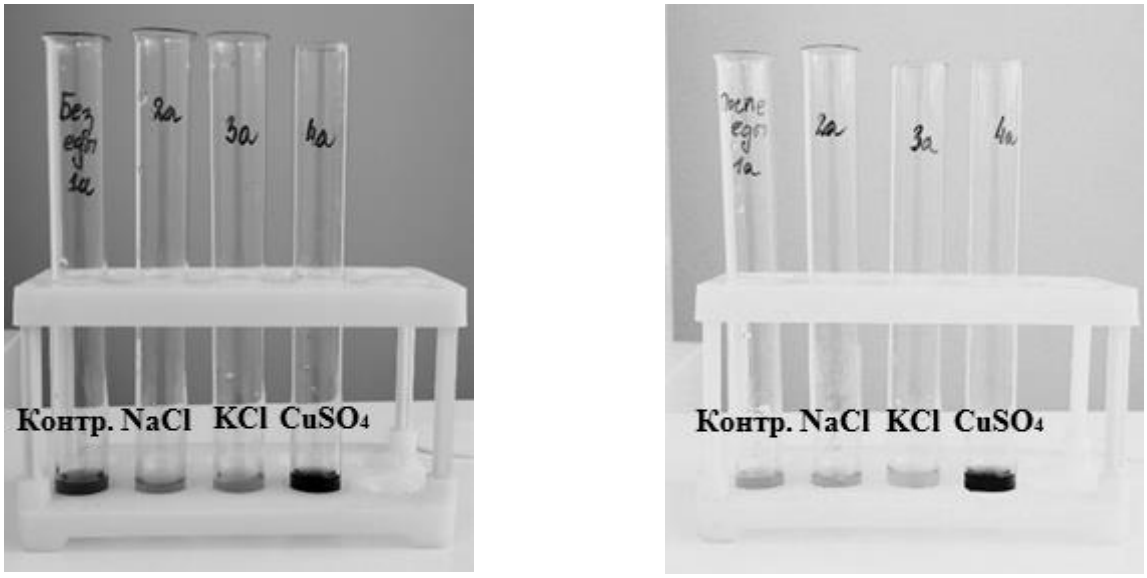
Результаты эксперимента по определению ферментативной активности представлены на рис. 1 в виде окраски растворов, полученных после взаимодействия α-амилазы, крахмала и раствора Люголя.



а) б)

Рис. 1. Результаты взаимодействия *α*-амилазы, крахмала и раствора Люголя:
а) слюна, полученная до приема пищи; б) слюна, полученная после приема пищи

Влияние активаторов и ингибиторов на активность *α*-амилазы слюны и расщепление крахмала в сравнение с контролем показано на рис. 2.



а) б)

Рис. 2. Результаты взаимодействия *α*-амилазы, крахмала, раствора Люголя и растворов солей: а) слюна, полученная до приема пищи; б) слюна, полученная после приема пищи

Библиографический список

1. Хорохордина, Е.А. Биомолекулы: свойства, роль в биохимии человека, технологии получения: учеб. пособие / Е.А. Хорохордина, О.Б. Рудаков, К.К. Полянский; Воронежский ГАСУ. – Воронеж, 2013. – 149 с.
2. Шапкарин В.В. Биохимия: сборник лабораторных работ / В.В. Шапкарин, А.П. Королев, С.Б. Гридина, Е.П. Зинкевич; Кемеровский технологический институт пищевой промышленности. – Кемерово, 2005. – 84 с.

УДК 637.1

ГОРБУНОВА Т.Ю., КУЗИНА О.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОКОМПОНЕНТНОЙ ЗАКВАСКИ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТСКОГО КИСЛОМОЛОЧНОГО ПРОДУКТА «БИОЛАКТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Питание людей оказывает большое влияние на процессы, протекающие в организме. Нарушение питания является причиной ухудшения состояния здоровья и развития различных заболеваний. Применение обогащённых (функциональных) продуктов – эффективный способ поддержания физического здоровья, снижения риска заболеваний и оказание положительного воздействия на организм в целом.

Обширную часть функционального питания должны занимать молочные продукты, что особенно важно для детей первого года жизни. Продукт должны обладать лечебным и профилактическим действием.

Целью работы является проектирование технологической линии производства и внесения предложений по улучшению детского кисломолочного продукта «Биолакт».

Микроорганизмы, входящие в состав кисломолочных продуктов, обуславливают лечебно-профилактические и диетические свойства, обладающие целенаправленным воздействием на организм человека.

Лечебно-профилактический эффект кисломолочных продуктов основан на таких функционально-биологических свойствах как: стимуляция роста физиологической микрофлоры и подавление роста условно-патогенной и патогенной микрофлоры; регуляция моторной функции кишечника, усиление действия пищеварительных соков и ферментов; снижение аллергенности и улучшение переваривания и усвоения белков; облегчение усвоения лактозы; иммуномодулирующее действие.

Биолакт – биологически активный кисломолочный продукт, рекомендованный для детей с 8 месяцев, может быть использован в комплексном лечении кишечных инфекций, расстройств пищеварения, рахита, дефицитной анемии.

Положительный эффект зависит не только от количества пробиотических микроорганизмов в продукте, но и от используемых штаммов, что является важным аспектом разработки функционального пробиотического продукта.

Смесь ацидофильных культур с термофильным стрептококком являются обязательным компонентом детского кисломолочного продукта «Биолакт». По данным исследований З.К. Конарбаевой, свойства продукта можно улучшить за счет использования консорциума штаммов Lactococcus lactis SSa-1, Streptococcus thermophilus Spa-1, Lactobacillus acidophilus-K-3 в производстве, с целью повышения их пробиотических свойств. Эффективность консорциума штаммов была установлена в результате исследований проведенных ГНЦ ВБ «Вектор» Минздрава РФ.

В настоящее время у большого количество детей диагностируют аллергию к белкам коровьего молока. В связи с этим им назначают применение питания на основе лечебных и профилактических гидролизатов. Такие молочные продукты не содержат высокомолекулярную белковую фракцию. Их основу составляют продукты частичного протеолиза белков молока.

Для снижения аллергенных свойств казеина при производстве «Биолакт» целесообразно использовать ферментативный гидролиз пепсином. Сочетание термообработки и протеолиза, является перспективным путем снижения антигенных свойств белков молока.

Для внедрения вышеуказанных усовершенствований технологии производства детского кисломолочного продукта «Биолакт» на предприятиях молокоперерабатывающей отрасли модернизация и реконструкция оборудования не потребуется.

УДК 633.8

КАЛАШНИКОВА С.И., ПЛЕСКОВА С.Н.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ЛИНИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭРЕМОТЕЦЕВОГО ЭФИРНОГО МАСЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эфирные масла широко используются в пищевой, парфюмерно-косметической и химико-фармацевтической промышленности, а существующие производства эфирных масел не способны удовлетворить растущий спрос на натуральные душистые вещества. Производство эфирного масла не из растительного сырья, а биотехнологическим методом, с использованием в качестве продуцента эфирного масла гриба вида *Eremothecium asbyi*, имеет ряд преимуществ: получаемый продукт легче стандартизовать, экономия почвенных ресурсов при таком производстве способствует решению ряда экологических проблем; использование данного метода способствует увеличению объемов отечественного производства.

Поэтому была поставлена цель: разработать технологическую линию производства эремотецевого эфирного масла на основе исследуемых патентов.

1.На основе анализа научных статей и патентов было проведено сравнение продуцентов душистых веществ и выбран в качестве продуцента для разрабатываемой технологической линии дрожжеподобный гриб вида *Eremothecium asbyi*, так как у него наблюдается один из самых высоких уровней накопления эфирного масла [1]. Кроме того состав эфирного масла, продуцируемого этим грибом, наиболее близок к составу натурального розового эфирного масла.

2. На основе патентного поиска было проведено сравнение питательных сред разного состава для культивирования микроорганизмов. Для проведения процесса ферментации была выбрана соево-сахарозная питательная среда, так как культивирование продуцента на ней обеспечивает наибольший выход эфирного масла высокого качества, без присутствия дополнительных оттенков запаха в получаемом продукте. На основе анализа патента было проведено сравнение питательных сред с разным количественным содержанием компонентов и была выбрана среда состава: 15 г сахарозы на 1 л; 30 г соевой муки на 1 л. Был проведен анализ зависимости выхода эремотецевого эфирного масла от времени культивирования и выбрано время проведения ферментации – 48 часов [2].

3. На основе проведенного анализа была разработана технологическая схема производства эремотецевого эфирного масла, которая учитывала подобранные условия культивирования.

Библиографический список

1. Шпичка А.И. Маркетинговый анализ разработки биотехнологии эремотецевого масла как инновационной технологии современного эфирномасличного производства/ А.И. Шпичка, Е.Ф.Семенова // Биологические науки №5. – Москва, 2016. – С. 28-49.

2. Пат. 1421765A1 СССР, МПКС11В 9/02, С12Р 7/64. Способ получения смеси душистых веществ, обладающей запахом розы/Бугорский П.С., Родов В.С. и др. – № 4246910/13 ; заявл. 22.05.87 ; опубл. 07.09.88.

УДК 577.175.722

КОРОЛЕВА Л.А., ПЛОХОВ С.В.

ПРОИЗВОДСТВО ИНСУЛИНА МЕТОДОМ ГЕННОЙ ИНЖЕНЕРИИ

Нижегородский государственный технический университет
им. Р.Е. Алексеева

Сахарный диабет – эндокринное заболевание, связанное с нарушением усвоения глюкозы, обусловленное абсолютной или относительной недостаточностью инсулина, которая приводит к нарушению всех видов обмена веществ, поражению сосудов и нервов. Единственным лекарственным средством против сахарного диабета является инсулин. На сегодняшний день в России лишь несколько кампаний располагают полным циклом производства инсулина, такие как «ГЕРОФАРМ», который наряду с крупными международными производителями входит в ТОП-3 на рынке инсулинов России, АО «Фармасинтез-Норд». Сейчас с инсулин составляет примерно 20% от потребностей в инсулине в России.

В настоящее время инсулин человека, в основном, получают двумя способами: с помощью ферментативной обработки свиного инсулина; с использованием генно-модифицированных штаммов кишечной палочки, которому сейчас отдается предпочтение.

Целью работы является разработка линии производства генно-инженерного инсулина с модернизацией оборудования.

Линия производства инсулина включает в себя: наращивание клеточной биомассы, концентрирование биомассы и выделение телец включения, денатурация, концентрирование телец включения, ферментирование телец включения (получение проинсулина), концентрирование проинсулина, удаление С-пептида, очистка от примесей, сублимационная сушка, размол, фасовка упаковка и маркировка.

Кроме основных этапов разработки технологической линии в работе представлены элементы модернизации технологического процесса, которые улучшают качество производимого инсулина. В частности, использование сопла, которое встраивается в трубопровод, улучшает равномерность и увеличивает скорость подачи питательных сред в ферментеры, а также сопло является инструментом измерения расхода питательной среды. Дополнительно для улучшения качества готового продукта на конечном этапе предложена операция размола сублимированного генно-инженерного инсулина с помощью шаровой мельницы. Установка дополнительного технологического оборудования для размола инсулина перед упаковкой может привести к дополнительным расходам производства и увеличению стоимости готовой продукции, но размол препарата до размеров частиц 0,06-0,075 мкм позволит улучшить растворимость порошкового инсулина при производстве на других предприятиях, что улучшит качество товарного препарата.

УДК 571.27

МАРТЫНОВ В.И., ПЛЕСКОВА С.Н., ЗУБОВ С.В.

РАЗРАБОТКА ТЕСТ-СИСТЕМЫ ДЛЯ КОНТРОЛЯ ПРЕПАРАТОВ ИММУНОГЛОБУЛИНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В медицине для лечения иммунодефицитных состояний применяется заместительная иммунотерапия, которая направлена на восполнение недостающих компонентов иммунной

защиты человека. Одним из видов препаратов заместительной терапии являются иммуноглобулины, которые вводятся внутривенно и изготавливаются из донорской плазмы крови. Для производства таких препаратов необходимы эффективные способы контроля биологических параметров, а оценка целостности Fc-фрагментов на сегодняшний день является самым трудоемким процессом.

Целью исследования является разработка тест-системы для определения целостности Fc-фрагментов иммуноглобулинов человека методом иммуноферментного дот-анализа.

Для проведения иммуноферментного дот-анализа использовался конъюгат на основе протеина А – белка золотистого стафилококка, меченного пероксидазой хрена. Выбор обусловлен тем, что белок А с высокой аффинностью связывает IgG1, IgG2 и IgG4 человека.

Метод иммуноферментного дот-анализа включает в себя сорбцию исследуемых препаратов иммуноглобулинов на полистироловом планшете для ИФА, а затем обработку конъюгатом. После этого добавляется двухкомпонентный субстрат, и содержащийся в нем пероксид водорода начинает взаимодействовать с пероксидазой на связавшемся с сорбированными иммуноглобулинами конъюгате. В результате образуются атомарный кислород и вода. Атомарный кислород взаимодействует с хромогеном, и образуются цветные продукты реакции. Эти продукты можно детектировать с помощью ИФА-ридера.

Для оценки специфичности тест-системы были проверены сыворотки различных млекопитающих: мышь, морская свинка, коза, баран, крупный рогатый скот, лошадь, свинья, человек.

Для проверки эффективности разработанной тест-системы относительно существующих, провели параллельное измерение целостности Fc-фрагментов в препаратах иммуноглобулинов для внутривенного введения двумя методами: комплементзависимый гемолиз эритроцитов барана и иммуноферментный дот-анализ.

Перспективным направлением для тест-системы является определение целостности химерных моноклональных антител. В связи с тем, что химерные моноклональные антитела имеют вариабельные области, отвечающие за распознавание антигена и константные области, определяющие эффекторные функции антитела, которые могут быть разных видов (например, у человека), могут возникать Fc-гибридные дефекты. Эти дефекты выражаются в снижении активности антитела из-за нарушения взаимодействия с рецепторами иммунных клеток.

В ходе исследования был изучен препарат Ритуксимаб, который применяется для лечения В-клеточной неходжкинскойлимфомы. Ритуксимаб является иммуноглобулином класса G1 (IgG1 каппа). Его молекула содержит вариабельные фрагменты легких и тяжелых цепей мышиного происхождения и человеческий константный сегмент.

После проведения всех тестов и экспериментов, можно сделать вывод, что тест-система, основанная на иммуноферментном дот-анализе, является высокоэффективным способом оценки целостности Fc-фрагментов иммуноглобулинов. Она отличается простотой в использовании, доступной стоимостью и высокой точностью измерений.

УДК 579.66

ОВЧИННИКОВА С. А., КАЛИНИНА А. А.

СРАВНЕНИЕ РОСТА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ CHLORELLA VULGARIS BEIJER И SCENEDESMUS ABUNDANS (KIRCH.) CHOD

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Стабилизация климата требует сокращения глобальных эмиссий CO_2 на 50-85% к 2050 году. Это может быть достигнуто только путем повышения эффективности использования энергии и снижения ее потребления, использования возобновляемых

источников энергии, улавливания и геологического хранения углекислого газа. Внедрение технологий улавливания и хранения CO_2 является существенным вкладом в решение проблемы изменения климата [1].

Ранее было установлено, что биологическая конверсия имеет значительное преимущество перед другими технологиями потому, что она не требует использования очищенных потоков CO_2.

Одно из ключевых преимуществ микроводорослей в том, что они являются основой для широкого спектра продуктов таких, как биотопливо, белки, полиненасыщенные жирные кислоты, полисахариды, пигменты, корма, удобрения и другие. По приблизительным данным 100 тонн микроводорослей фиксируют 183 тонн углекислого газа за период максимального нарастания биомассы при культивировании в течение 8-10 дней. Эта величина будет варьироваться в зависимости от температуры культивирования, состава питательной среды, конструкции реактора, способа подачи CO_2, штамма микроводорослей [2].

Целью настоящей работы явилось исследование роста микроводорослей. В качестве исследуемых штаммов были выбраны микроводоросли Chlorella vulgaris Beijer (C-2) и Scenedesmus abundans (kirch.) Chod (S-312). В качестве питательных сред была выбрана среда Тамия. Контроль роста осуществлялся определением оптической плотности суспензии на спектрофотометре при длине волны 750 нм и определением размеров клеток путем создания микрофотографий.

В результате исследований было установлено, что наибольший рост при контроле зависимости оптической плотности от количества суток культивирования наблюдался у Scenedesmus abundans (kirch.) Chod (S-312). При контроле роста с помощью микрофотографий было выявлено большее увеличение размеров клеток Scenedesmus abundans (kirch.) Chod (S-312) по сравнению с Chlorella vulgaris Beijer (C-2).

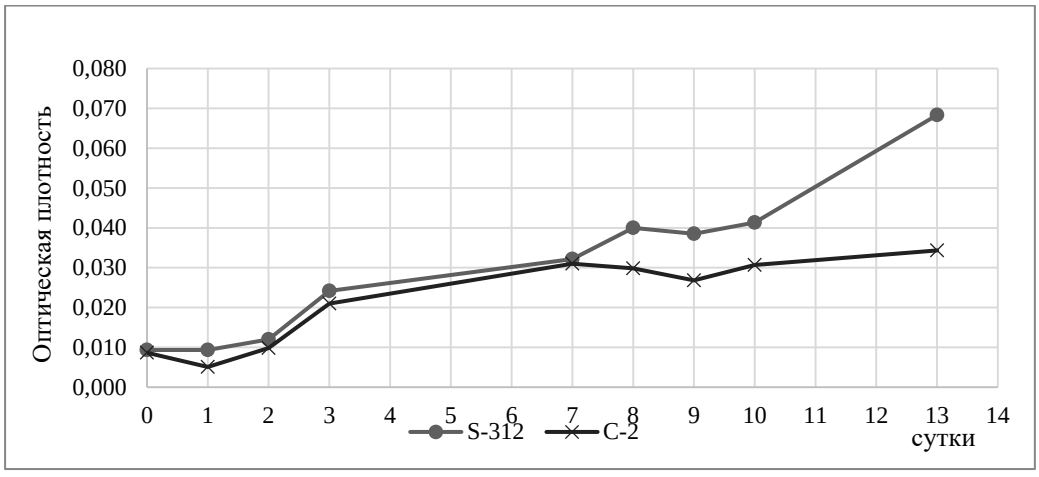


Рис. 1. График сравнения оптической плотности микроводорослей C-2 и S-312

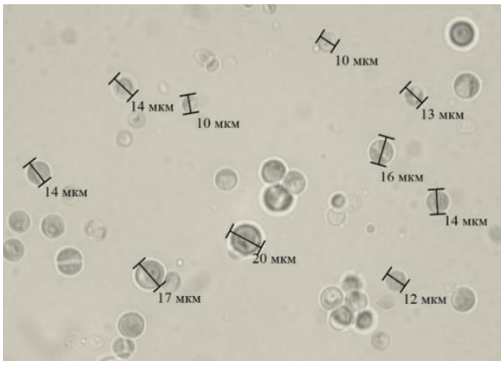


Рис. 2. Микрофотография клеток Scenedesmus abundans S-312

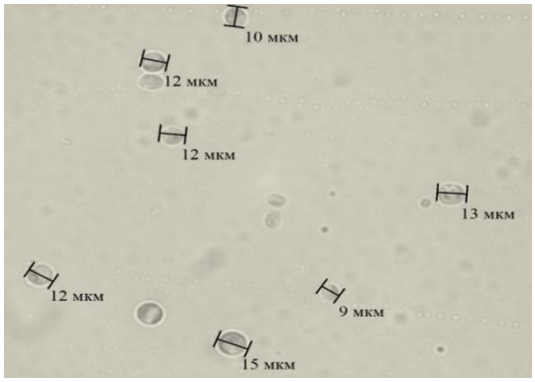


Рис. 3. Микрофотография клеток Chlorella vulgaris Beijer C-2

Библиографический список

1. Sydney, E.B., Sturm, W., de Carvalho, J.C., Thomaz-Soccol, V., Larroche, C., et al., Potential carbon dioxide fixation by industrially important microalgae// Bioresource Technology. - 2010. - №101 (2010) 5892-5896. - С. 5892-5896.
2. Пат. 27978382 Российская Федерация, МПК B01D 53/6, B01D 53/84. Способ утилизации углекислого газа с применением микроводоросли рода Chlorella: заявл. № 022119015 12.07.2022: опубл. 08.06.2023 / Политаева Н. А., Жажков В. В., Зибарев Н. В., Вельможина К. А., Шинкевич П. С. – 12 с.

УДК 579.66

СОЛОДОВНИКОВА С.А., ШУРАВИН А.С.

ОЦЕНКА ГРИБОСТОЙКОСТИ И ФУНГИЦИДНОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

МАОУ № 186 «Авторская академическая школа»

Полимерные материалы находят широкое применение в хозяйстве и строительстве. По биостойкости синтетические полимеры превосходят природные (целлюлозу, коллаген и др.). Однако полимерные материалы в определенных условиях эксплуатации повреждаются биологическими агентами, основными среди которых являются микроскопические грибы.

Актуальность проекта связана с тем, что многие полимерные материалы не обладают устойчивостью к действию плесневых грибов, возникает необходимость в усилении биостойкости как за счет модификации их составляющих, так и за счет различных химических средств защиты, вводящихся в состав небиостойких материалов и придающих им грибостойкость и фунгицидные свойства. Риск возникновения и развития биоповреждений должен быть исключен на самой ранней стадии, т. е. уже при изготовлении материалов для будущих конструкций.

Целью исследования является определение устойчивости к действию микроскопических грибов некоторых полимерных материалов (огнезащитное покрытие) для возможности дальнейшего их применения в гражданском и промышленном строительстве в качестве материалов, неспособных использоваться микромицетами в качестве источника питания.

В качестве объектов исследования используются четыре вида полимерных материалов, предоставленных для исследований ООО НПФ «Лаборатория огнезащиты» (Стабитерм). В ходе работы используются следующие методы: определение грибостойких свойств полимерных материалов без питательной среды; на среде Чапека-Докса без сахарозы

и с добавлением сахарозы. Для проведения работы используется водная суспензия, содержащая споры грибов следующих видов: *Fusarium moniliforme, Alternaria alternata, Paecilomyces variotii, Penicillium brevicompactum, Aspergillus terreus*.

Сущность первого метода заключается в проверке способности микромицетов расти только за счет веществ, содержащихся в составе исследуемого материала. Грибостойкость материала оценивается по степени интенсивности развития микромицетов на поверхности материала.

Сущность второго метода заключается в проверке способности микромицетов использовать материал в качестве источника углерода. Грибостойкость материала оценивается аналогично первому методу.

Сущность третьего метода заключается в проверке способности материалов оказывать биоцидное воздействие на микромицеты. Оценку интенсивности фунгицидного воздействия оценивается по интенсивности развития микромицетов как на поверхности материала, так и вокруг него.

По результатам исследования было выяснено, материал №2 обладает лучшими среди представленных образцов свойствами грибостойкости и фунгицидности. Данный материал имеет водоразбавляемый огнезащитный состав на поливинилацетатном связующем без биоцидной добавки. Данный материал эффективно противостоял развитию микромицетов на собственной поверхности. На поверхности трёх различных сред, окружающих его, не было обнаружено следов спор и мицелия микроскопических грибов по окончанию эксперимента. Вероятнее всего, такие высокие результаты грибостойкости и фунгицидности связаны с pH материала – 8,5, тогда как оптимальными значениями pH для развития микромицетов является 6,0 – 6,5.

УДК 664.661.3

ШАЛЫМИНОВА Д. Е., КОМОВА Е. П.

ПРОИЗВОДСТВО ХЛЕБА С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЛЮКОЗЫ ФЕРМЕНТИРОВАННОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во все времена хлеб был неотъемлемой частью рациона питания человека, а потому имеется необходимость сохранять его свежим длительное время. Для таких целей в Российской Федерации разрешено использовать при производстве пищевых продуктов консерванты с индексами «Е». Однако современная тенденция всё чаще и чаще отказывается от использования таких консервантов, так как основная их часть имеет синтетическое происхождение, а это значит, что они могут снижать пищевую ценность продуктов, влиять на вкусовые и ароматические свойства продукта, накапливаться в организме человека, а также вызывать аллергические реакции. Наряду с синтетическими, существуют консерванты натурального происхождения, которые добываются с помощью естественных процессов, например ферментации. Применение натуральных консервантов позволяет сохранить продукт свежим долгое время и обезопасить потенциальных потребителей продукта от вредных добавок. Но не все натуральные консерванты можно вносить непосредственно в продукт. Большинство из них применяются методом нанесения на поверхность продукта. Очевидно, что в хлебные изделия консервант должен быть внесен в заготовку.

Одним из натуральных консервантов является глюкоза ферментированная. Это продукт, полученный путем естественного сбраживания обычной глюкозы с помощью производственно-ценных штаммов лактобактерий, пропионовокислых и уксуснокислых микроорганизмов. Вначале в ферментере происходит культивирование клеток на глюкозосодержащей питательной среде с добавлением дрожжевого экстракта и гидролизата

казеина. В процессе идет наращивание бактериальной массы необходимых штаммов. Полученная жидкая биомасса концентрируется. В конце стационарной фазы роста клетки отделяют от среды, очищают культуральную жидкость от используемых бактерий, осуществляют распылительную сушку очищенной культуральной жидкости или её пастеризацию. Используемые бактерии обладают антимикробной активностью и подавляют рост аэробных спор и плесени. В результате процесса сбраживания в культуральной жидкости накапливается большое количество органических кислот и бактериоцинов, являющихся отличными ингибиторами нежелательной микрофлоры. Таким образом, получается консервант, который можно использовать для подавления роста аэробных спор, плесени и других нежелательных микроорганизмов в продуктах питания – хлебобулочных изделиях. Глюкозу ферментированную вносят в сухой или жидкой форме на самой начальной стадии замеса при производстве хлеба (в муку, в том числе до этапа просеивания, либо непосредственно в тесто – в сухой или жидкой форме).

Внедрение глюкозы ферментированной в производственную линию хлеба несёт ряд преимуществ: длительное сохранение свежести готового изделия, предотвращение микробиологической порчи без применения синтетических консервантов, полностью натуральный состав изделия, стабильная органолептика продукта.

УДК 579.66

ЯКОВЛЕВА Д. Д., КАЛИНИНА А. А.

ЗАВИСИМОСТЬ РОСТА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ CHLORELLA VULGARIS BEIJER ОТ СОСТАВА ПИТАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Глобальное потепление является одной из главных проблем современного мира. Эта проблема связана с высокими концентрациями парниковых газов, где наибольший вклад вносит углекислый газ (CO_2). На долю углекислого газа приходится до 60% от общего объема выбросов [1].

Ранее было установлено, что фиксация CO_2 с использованием фотосинтезирующих микроорганизмов, в частности микроводорослей, является одним из перспективных подходов к утилизации CO_2.

Использование микроводорослей имеет целый ряд преимуществ: высокая эффективность фотосинтеза; высокая скорость роста микроводорослей; адаптируемость микроводорослей к условиям окружающей среды; способность трансформировать поглощенный углекислый газ в липиды, белки, пигменты, углеводы.

По приблизительным данным 100 тонн микроводорослей фиксируют 183 тонн углекислого газа за период максимального нарастания биомассы при культивировании в течение 8-10 дней. Эта величина будет варьироваться в зависимости от температуры культивирования, состава питательной среды, конструкции реактора, способа подачи CO_2, штамма микроводорослей [2].

Целью настоящей работы явилось выявление оптимального состава питательной среды. В качестве исследуемых штаммов были выбраны микроводоросли Chlorella vulgaris Beijer (С-2). В качестве исследуемых питательных сред были выбраны следующие среды: среда Тамия, среда Перминовой, среда Чу-10. Контроль прироста биомассы осуществлялся подсчетом живых и мертвых клеток в микроскоп с помощью камеры Горяева, а также определением оптической плотности суспензии на спектрофотометре при длине волны 750 нм.

В результате исследований было установлено, что наибольший прирост биомассы происходит на среде Чу-10.

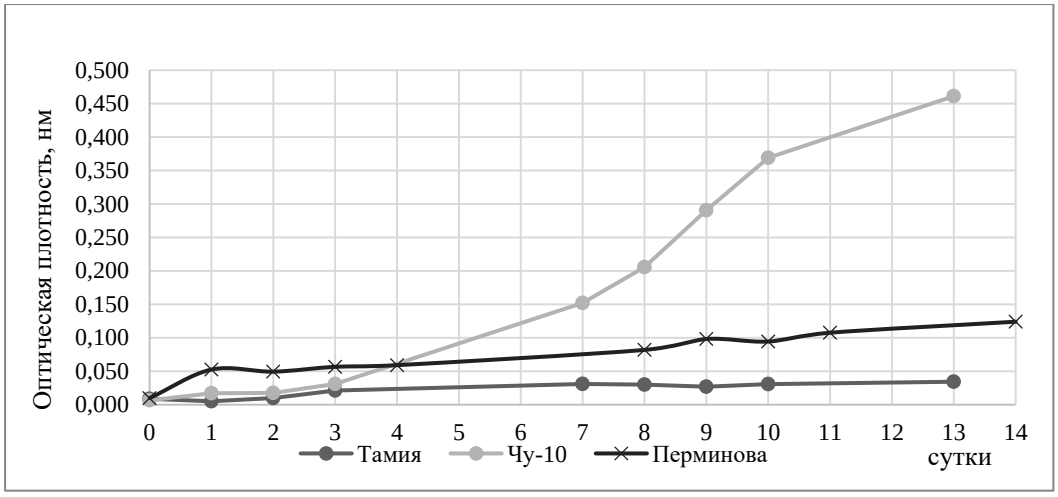


Рис. 2. График зависимости оптической плотности от суток для С-2

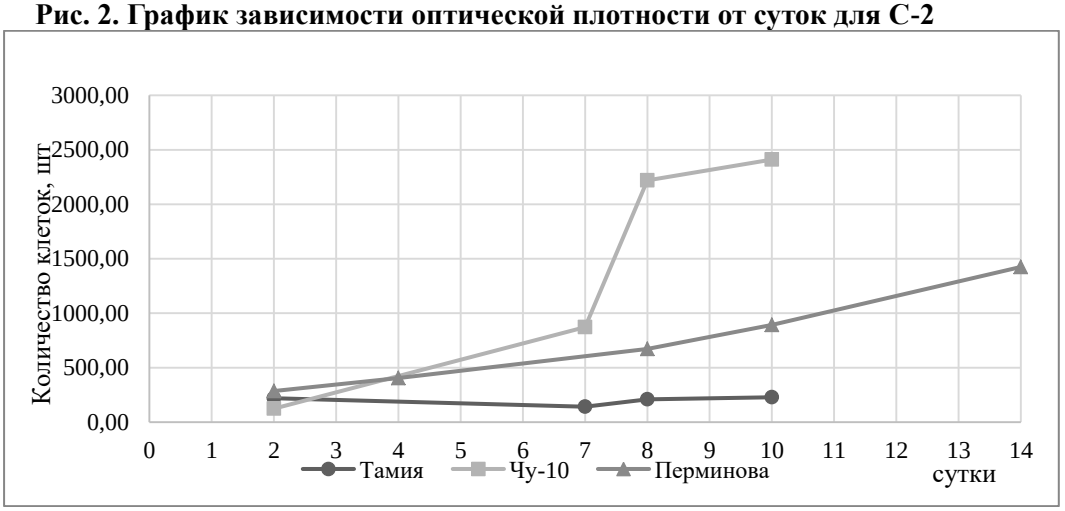


Рис. 2. График зависимости количества клеток от суток для С-2

Библиографический список

1. Mohd Asyraf Kassim, Tan Keang Meng Carbon dioxide (CO2) biofixation by microalgae and its potential for biorefinery and biofuel production // Science of the Total Environment. - 2017. - №584–585 (2017) 1121–1129. - С. 1121-1129.
2. Пат. 27978382 Российская Федерация, МПК B01D 53/6, B01D 53/84. Способ утилизации углекислого газа с применением микроводоросли рода Chlorella: заявл. № 022119015 12.07.2022: опубл. 08.06.2023 / Политаева Н. А., Жажков В. В., Зибарев Н. В., Вельможина К. А., Шинкевич П. С. – 12 с.

СЕКЦИЯ 9

ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 54.057

АГРБА А.И., КАПУСТИН Р.В.

СВЧ-ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЕ СИНТЕЗЫ НА ОСНОВНЕ КОНВЕРСИИ МЕТАНА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Синтезы на основе конверсии метана являются перспективным направлением современной химической технологии. Метан, как основной компонент природного газа, представляет собой сравнительно дешевый и экологичный исходный компонент для органических синтезов. Один из эффективных способов конверсии метана в ацетилен, бензол и синтез газ может быть СВЧ-плазменная активация с использованием магнетронов средней мощности, работающих на частоте 2,45 ГГц.

В настоящей работе были выявлены и оптимизированы основные факторы, влияющие на выход продуктов конверсии метана, с использованием разработанной авторами лабораторной СВЧ-плазмохимической установки. Особенностью предложенной методики является создание внутри плазменного реактора двух зон превращения исходного газа – зоны активации (горения плазмы) и зоны релаксации (синтеза конечных продуктов). Основными параметрами, определяющими эффективность процесса, является давление метана в СВЧ-реакторе и температура газа, обдувающего стенки реактора. На рис. 1 представлена зависимость выхода ацетилена и бензола от этих параметров.

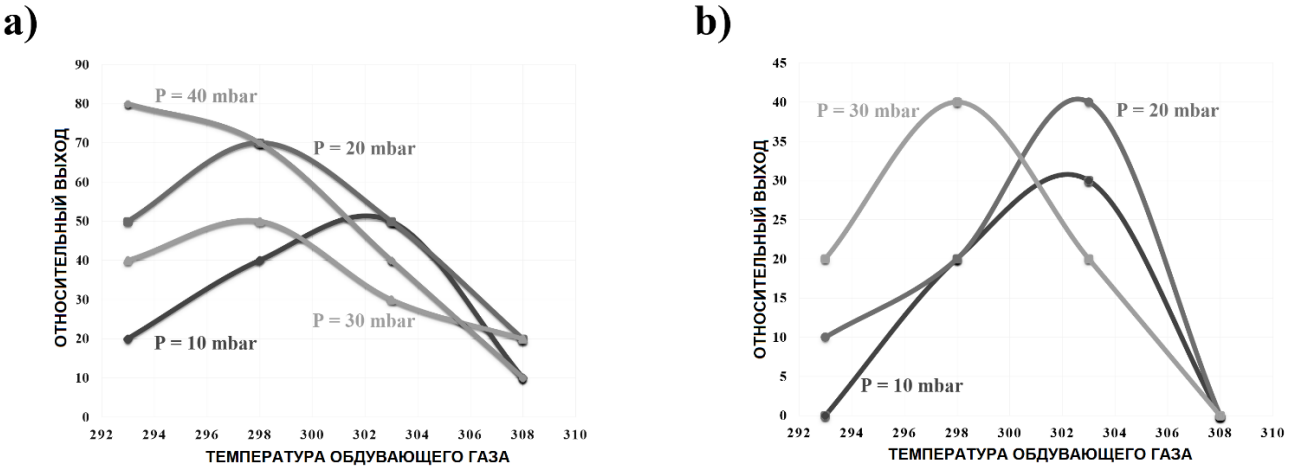


Рис. 1. Зависимость выхода ацетилена (a) и бензола (b) от давления метана в системе и температуры газа, обдувающего стенки реактора

Выход продуктов конверсии имеет наибольшую величину с выявленной экстремальной точкой при разном давления метана в системе. ИК-спектральный мониторинг *in situ* продуктов конверсии показывает отсутствие в газовой смеси этана и ацетилена, что является подтверждением прямого синтеза ацетилена из образующихся при распаде метана углерода и водорода и прямого синтеза бензола из ацетилена:

$$CH_4 \rightarrow C + 2H\cdot$$
$$C + 2H\cdot \rightarrow C_2H_2$$
$$3C_2H_2 \rightarrow C_6H_6$$

Для осуществления такого синтеза необходимо присутствие в газовом потоке или вблизи стенок реактора углеродных частиц.

Для образования в системе синтез-газа (смесь CO и H_2) смесь двуокиси углерода и метана подается в СВЧ-систему при определенной температуре и давлении газовой смеси. В этом случае необходимо вывести углеродные частицы из зоны реакции, что достигается локальным охлаждением стенок реактора с помощью вихревой трубы. В плазменном потоке происходит восстановление двуокиси углерода до окиси углерода за счет взаимодействия с атомарным водородом, образующимся при конверсии метана. Выход продуктов и их соотношение в смеси можно регулировать, изменяя давление метана в системе, динамику отвода тепла от стенок реактора, а также скорость движения газового потока через реактор.

УДК 544.6+669

БЕЛОВА А.А., АПАРИНА Д.Ю., ТАРАНЕЦ Р.В., РОГОЖИН В.В.

ОСОБЫЕ СЛУЧАИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЯЧЕЙКИ ХУЛЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование ячейки Хулла в практике гальванотехники давно и широко известно, благодаря простоте метода определения работоспособности электролитов, выявления действий улучшающих добавок, наличия вредных примесей и различных неполадок.

Традиционно используется угловая ячейка объема 267 мл с монолитным листовым катодом и анодом, соответствующим металлу покрытия. Исходя из геометрии ячейки, известно распределение плотности тока на конкретных участках катода, чему соответствует специальная шкала, по которой можно определить токовый диапазон для получения наиболее качественных покрытий. Модификацией ячейки Хулла является ее вариант с разборным катодом, когда методом измерения привеса покрытия на каждом катоде можно определить рассеивающую способность электролита (РС) по металлу, а включив во внешнюю цепь калибровочные сопротивления, можно определить величину РС и по току.

Появление современных методов исследования и компактных приборов позволяет использовать традиционную ячейку Хулла для определения функциональных свойств покрытия, их состава и электрохимических параметров системы. Исходя из этого, за один опыт продолжительностью в несколько минут можно определить токовый режим осаждения покрытий с заданными свойствами.

Для этого после получения покрытия заданной толщины в ячейке Хулла катодную пластинку необходимо разрезать на несколько полос, отвечающих плотностям тока, которые соответствуют калибровочной шкале. На каждом из этих катодов можно определить блеск, например с помощью прибора «BYK micro-TRI-gloss», шероховатость (величины Ra и Rz) с помощью прибора «Измеритель шероховатости TR100», толщину покрытия с помощью прибора «Константа К5», микротвердость с помощью прибора ПМТ-3. Используя более простые методы исследования, можно определить адгезию покрытия методом насечки или термоудара, эластичность – методом изгиба, паяемость – методом растекания дозы припоя и термостойкость.

На все эти свойства будут влиять токовый режим, состав электролита добавки, а в случае электроосаждения сплавов будет меняться и их состав. В последнем случае с помощью прибора «Анализатор металла рентгенофлуоресцентный X-MET 8000» можно определить состав сплава, который будет получаться в том или ином диапазоне плотностей тока. А зная состав сплава покрытия и определив с помощью нагрева и термопары температуру его

плавления на каждом из катодов, можно построить диаграмму состояния для данного сплава, полученного в условиях электроосаждения покрытия и сравнить данные с литературными.

Кроме того, измерив толщину покрытий на каждом из катодов и сопоставив ее с расчетом, исходя из плотности тока по шкале, можно получить приблизительные зависимости выхода по току от плотности тока для данного электролита, а измерив поляризацию у соответствующих участков катода в ходе электроосаждения, можно определить области адсорбции улучшающих добавок ПАВ, с целью использования их при конкретном токовом режиме.

Таким образом, используя простую и доступную ячейку Хулла, можно быстро определить не только качество и внешний вид покрытий, но и их функциональные свойства и важные электрохимические параметры системы. А это позволяет быстро выявить действие новых ПАВ, различных добавок, режимов процесса для получения качественных покрытий с заданными свойствами.

УДК 665.658.62

БОДРИКОВА Е.Р., ТИТОВ Е.Ю.

ОКИСЛИТЕЛЬНАЯ ДЕСУЛЬФУРИЗАЦИЯ ЛЕГКОГО ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДНЫХ НАНОСТРУКТУР, ДОПИРОВАННЫХ СОЕДИНЕНИЯМИ МОЛИБДЕНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Около 80% рынка бункерного топлива занимает остаточное топливо с высокой вязкостью и содержанием серы (1-2 % масс). В связи с новыми требованиями IMO в 2025 г. содержание серы в судовом топливе не должно превышать 0,1% масс.

Одним из эффективных методов сероочистки тяжелых вакуумных фракций является окислительное обессеривание. В качестве катализатора процесса окисления наиболее часто используют растворимые в перекиси молибден и гетерополикислоты на его основе. Однако такие катализаторы сложно регенерировать из водного раствора перекиси. В качестве решения этой проблемы нерастворимые в водных растворах перекиси углеродные наноструктуры допируют соединениями молибдена для повышения каталитической активности [1].

В работе исследована каталитическая активность допированного форсфорномолибденовой кислотой катализатора на основе углеродных (УС), полученных методом плазмохимического пиролиза мазута [2] применительно к процессу окислительного обессеривания бункерного топлива. В качестве сырья использовался легкий вакуумный газойль с плотностью при 20 °С – 0.813 г/см^3, кинематической вязкостью при 50℃ – 32.58 мм^2/с, содержание серы - 0,64 % масс. Процесс окислительного обессеривания проводился при температуре 60 °С в течение 1 минуты с использованием ультразвукового диспергирования. В результате окисления с последующей экстракцией содержание серы в ЛВГ снизилось с 0,64 до 0,266-0,339 % масс.

Таблица 1. **Результаты экспериментальных данных**

Катализатор	Соотношение окислитель: сера:катализатор:	Содержание серы в обессеренном ЛВГ (%масс)	Выход ЛВГ (%масс)	Кратность снижения серы	Выход НСО (%масс)	Содержание серы в НСО (%масс)
H_3PO_4	2:1:0,007	0,339	84,7	1,9	25,4	0,961
УС из мазута	2:1:0,007	0,266	80,6	2,6	23,7	1,559
УС-допированный	2:1:0,007	0,294	86,2	2,2	21	1,489

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 21-73-10119, https://rscf.ru/project/21-73-10119/

Библиографический список

1. Hou, L.-p. Preparation of MoO2/g-C3N4 composites with a high surface area and its application in deep desulfurization from model oil / / L.-p. Hou, R.-x. Zhao, X.-p. Li, X.-h. Gao // Applied Surface Science. – 2017. – Vol. 392. – P. 810-816.
2. Titov, E.Y. Liquid-Phase Non-Thermal Plasma Discharge for Fuel Oil Processing / E.Y. Titov, I.V. Bodrikov, A.I. Serov, Y.A. Kurskii, D.Y. Titov, E.R. Bodrikova // Energies. – 2022. – Vol. 15. – P. 3400.

УДК 621.382

БУШМАКИН А.С., СМЫСЛОВА Т.Н., ГЕРАСИМОВ В.А., ШИРЯЕВ А.А.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ МОДИФИКАЦИИ ПОДЗАТВОРНОГО ОКСИДА, СПОСОБСТВУЮЩИЕ ПОВЫШЕНИЮ НАДЕЖНОСТИ И РАДИАЦИОННОЙ СТОЙКОСТИ МОП-ТРАНЗИСТОРОВ

Филиал РФЯЦ-ВНИИЭФ «НИИИС им. Ю.Е. Седакова»

Работа посвящена внедрению в технологический процесс модификаций подзатворного оксида, направленных на повышение надежности и радиационной стойкости МОП-транзисторов, и оценке их влияния на характеристики МОП-структур.

Исследовались три модификации: дополнительный отжиг постимплантационных дефектов в кремнии перед выращиванием подзатворного оксида, дополнительная диффузия фосфора в подзатворный оксид из поликремниевого затвора и обработка поверхности кремния в HCl перед формированием оксида. Введение данных модификаций основывалось на результатах работ [1-3], свидетельствующих об их положительном влиянии на надежность и радиационную стойкость МОП-транзисторов за счет повышения качества поверхности кремния, введения в подзатворный оксид ловушек электронов и центров геттерирования для ионов щелочных металлов, а также на простоте их интегрирования в производственный процесс. Первичная оценка влияния модификаций на характеристики МОП-структур проводилась путем анализа высокочастотных вольт-фарадных характеристик, представленных на рис. 1. Отжиг поверхности кремния привел к снижению концентрации зарядов в подзатворном оксиде, а диффузия фосфора – к росту концентрации отрицательного заряда. Образцы, обработанные в HCl, показали промежуточный результат. Полученные данные могут быть использованы для управления зарядовым состоянием МОП-структур для обеспечения надежности и радиационной стойкости приборов.

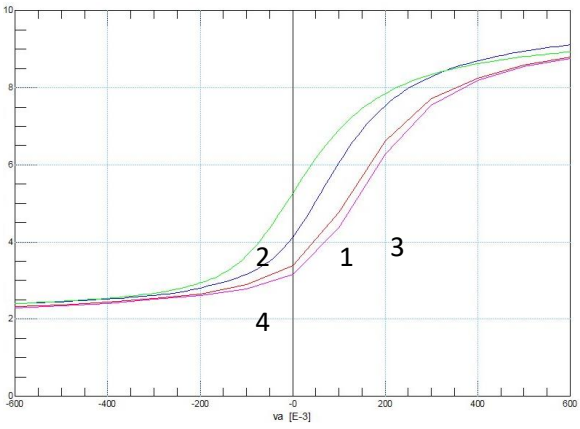


Рис. 1. Высокочастотные вольт-фарадные характеристики МОП-структур: 1 – базовый процесс, 2 – отжиг перед окислением, 3 – диффузия фосфора, 4 – обработка в HCl

Библиографический список

1. Feng, C. Repairing slight damages on monocrystalline silicon surface by thermal annealing / C. Feng, L. Wu, P. Chen, T. Yang, B. Yu, L. Qian // Materials Research Express. – 2021. – V. 8, N. 4. – P.
2. Андреев, В. Модификация диэлектрических пленок МДП-приборов / В. Андреев, В. Масловский, А. Сафонов, А. Столяров // Электроника. Наука. Технология. Бизнес. Пленочные материалы в микроэлектронике. – Спецвыпуск (00137) 2014, с. 169 – 176.
3. Перевощиков, В.А. Геттерирование примесей и дефектов в полупроводниках. Монография. Часть I / В.А. Перевощиков, В.Д. Скупов // Н. Новгород: Издательство Нижегородского госуниверситета им. Н.И. Лобачевского. – 2002.

УДК 546

ЛОГУНОВ А.А., ПРОХОРОВ И.О., ВШИВЦЕВ М.А., ЗАНОЗИН И.Д., МАСЛОВ А.А.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕНИДОВ КАДМИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНЫХ ТАНДЕМНЫХ СОЛНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время угроза глобального потепления и сокращения запасов традиционных источников энергии вынуждает многие страны мира увеличивать темпы производства возобновляемых источников энергии, среди которых наиболее перспективной является солнечная энергетика. Однако для достижения сетевого паритета с традиционными источниками энергии необходимо дальнейшее повышение эффективности солнечных элементов (СЭ) и снижение стоимости их производства. Осаждение халькогенидов кадмия осуществляется из высокочистых элементов Cd, S, Se и Te, которые подаются в плазмохимический реактор методом термического испарения в вакууме, реакция взаимодействия летучих элементов инициируется плазменным разрядом, синтез халькогенидного материала проводят в условиях неравновесной плазмы высокочастотного индукционного (или емкостного) разряда при пониженном давлении, причем твердые продукты реакции осаждаются на охлаждаемую/нагретую подложку. Схема установки представлена на рис. 1.

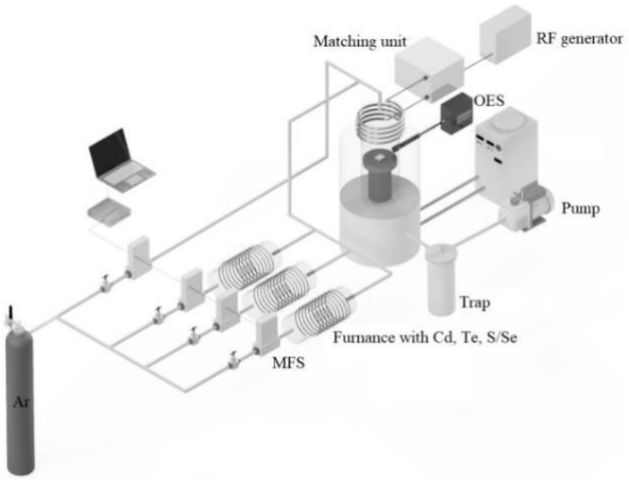


Рис. 1. Принципиальная схема экспериментальной установки

Следует отметить, что материалы a-Si очень чувствительны к высоким температурам и превышение определенного температурного предела приведет к резкому снижению эффективности таких солнечных элементов. Для a-Si этот температурный предел лежит в районе 200-250 °C. В то же время температура роста тонких пленок CdTe традиционными методами превышает 300–400 °C [1]. Таким образом, прямое осаждение верхнего каскада CdTe на высокоэффективный солнечный элемент a-Si/c-Si приведет к ухудшению его характеристик. Плазменное инициирование позволяет существенно снизить температуру стенок реактора, а также позволяет добиться 100% конверсии исходных веществ за счет снятия кинетических трудностей в ходе плазмохимических реакций.

1.Abramov A.S. *et al*. // Springer Series in Optical Sciences. 2020. P. 113-132.

УДК 669

ЕРМАКОВА Ю.А, АНАНЬЕВА Е.Ю.

ВЫБОР ТЕХНОЛОГИИ ОСАЖДЕНИЯ СПЛАВА ОЛОВО-ВИСМУТ С ПОДСЛОЕМ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО НИКЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гальванические покрытия применяются во всех областях промышленности для защиты от коррозии и придания изделиям декоративного внешнего вида. В современном промышленном производстве покрытие олово-висмут (Sn-Bi) используется очень широко. В первую очередь в электронике: для обработки компонентов микросхем [1].

Наносимый слой обеспечивает защиту металла от износа, улучшает паяемость и повышает надежность изделий. Кроме того, сочетание олова и висмута обеспечивает отличную адгезию к металлическим поверхностям, облегчая сварку обработанных деталей друг с другом и с деталями из других сплавов. К покрытым заготовкам можно применять разные виды обработки: такие, как штамповка, резка, прессование, волочение и другие. Слой сплава для покрытия металла оловом и висмутом может составлять от 6 до 60 микрон, а твердость – минимум 115, максимум 200 МПа.

Покрытия сплавом олово-висмут (Sn-Bi) обладают высокой коррозионной стойкостью в некоторых случаях применяют для замены покрытий из драгоценных металлов. При соответствующих режимах электролиза покрытия сплавом Sn-Bi получают с мелкозернистой структурой и пониженной твердостью.

Коррозионная стойкость покрытий сплавом Sn-Bi зависит от состава сплава, толщины, структуры и пористости осадков. Большей коррозионной стойкостью обладают покрытия с содержанием 0,4-0,9 % висмута. Рекомендуемая толщина для деталей сложной конструкции из разнородных материалов покрытия 9-12 мкм. Данное покрытие обеспечивает длительный срок хранения деталей и сохраняет все свои свойства, в том числе и отличное паяние в течении года.

Сложность покрытия алюминия и его сплавов заключаются в том, что на поверхности этого металла есть окислительная пленка, которая препятствует надежному сцеплению основного металла и покрытия. Поэтому перед началом создания гальванического покрытия детали подвергаются предварительной подготовке и удалению оксидной пленки. [2]

Для нанесения сплава олово-висмут на детали из алюминия и его сплавов предложена технологическая схема (рис. 1), состоящая их стадий:

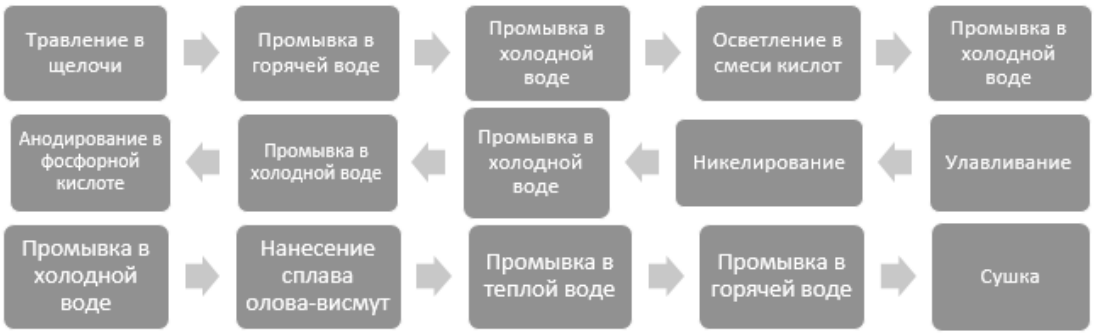


Рис. 1. Технологическая схема осаждения сплава олово-висмут

Для нанесения покрытий олово-висмут на детали из алюминия предлагается использование процесса оксидирования в целью формирования оксидной пленки на поверхности алюминия с последующем осаждение никелевого покрытия. Полученные оксидные пленки имеют толщину около 3 мкм. Они весьма пористы, плохо окрашиваются, но легко растворимы в никелевом и кислом медном электролитах при осаждении этих металлов[3].

Библиографический список

1. Красная Н.А. Анализ современного состояния мировой и российской промышленности // Актуальные вопросы экономических наук. - 2017. - № 58 / [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL: https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-sovremennogo-sostoyaniya-mirovoy-i-rossiyskoy-alyuminievoy-promyshlennosti/viewer (Дата обращения 25.09.2023).
2. Зацепин А.С. Защитное покрытие деталей из алюминия анодированием // Евразийский научный журнал. - 2022. - №12 [Электронный ресурс]. - Режим доступа: URL:https://cyberleninka.ru/article/n/zaschitnoe-pokrytie-detaley-iz-alyuminiya-anodirovaniem/viewer (Дата обращения 25.09.2023).
3. ГОСТ 4784-97. Алюминий и сплавы алюминиевые деформируемые. Марки - Введ. 01.07.2000. - М: Стандартинформ, 2009. - 21 стр..

УДК 544

ЛОГУНОВ А.А., ПРОХОРОВ И.О., ЗАНОЗИН И.Д. , МАСЛОВ А.А.

СИНТЕЗ ГРАФИТА В ПЛАЗМЕ СВЧ РАЗРЯДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Графен — востребованный материал в микроэлектронике будущего [1]. Особенностью графита является его слоистая структура, образованная параллельными двумерными листами графена, слабо связанными взаимодействием Ван-дер-Ваальса. Каждый лист графена выглядит как гексагональная сеть атомов углерода, соединенных прочными ковалентными «плоскими» связями σ-σ. Делокализованные электроны появляются только за счет допол-

нительной π−π-связи электронных орбиталей, ориентированных перпендикулярно плоскости графена. Они ответственны за сильно анизотропную электропроводность графита.

Графен можно получить путем механического отслоения отдельных слоев от поверхности кристалла высокоориентированного пиролитического графита [2]. Однако такие «ручные» графеновые или гетероэпитаксиальные тонкие пленки имеют сравнительно небольшие поперечные размеры и пригодны только для чисто научных исследований. Для осаждения протяженных пленок, подходящих для практического применения, может быть эффективным химическое осаждение из паровой фазы (CVD) из активированной газовой фазы. Однако до сих пор методом CVD наносились лишь достаточно толстые графитовые пленки с большим количеством структурных дефектов [3].

Был разработан высокопроизводительный метод нанесения графена в плазме СВЧ разряда из метана чистотой 4N на большой площади. Приведены также результаты структурной характеристики таких пленок. Предлагаемый технологический подход является экономически эффективным и масштабируемым. СЭМ изображение полученного образца представлено на рис. 1.

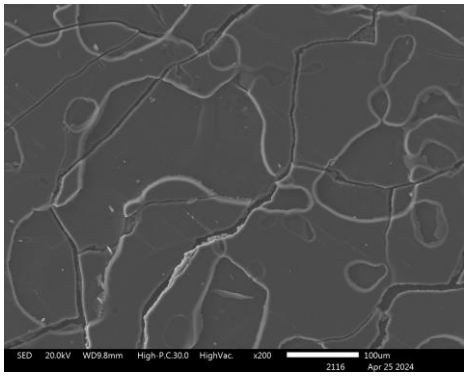


Рис. 1. СЭМ изображение поверхности полученной тонкой пленки

Библиографический список

1. K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jiang, Y. Zhang, S.V. Dubonos, et al.Electric field effect in atomically thin carbon films Science, 306 (5696) (2004), pp. 666-669
2. K.S. Novoselov, A.K. Geim, S.V. Morozov, D. Jing, M.I. Katsnelson, I.V. Grigorieva, et al. Two-dimensional gas of massless Dirac fermions in graphene Nature, 438 (2005), pp. 197-201
3. Y.B. Zhang, Y.-W. Tan, H.L. Stormer, P.h. Kim Experimental observation of the quantum Hall effect and Berry’s phase in graphene Nature, 438 (2005), pp. 201-205

УДК 547.326

ИГОШИНА В.И.[1], ШИРШИН К.К.[1,2], ЕСИПОВИЧ А.Л.[1,2]

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА ТРИМЕТИЛОЛПРОПАН ТРИМЕТАКРИЛАТА

[1]Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е Алексеева
[2]Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Метакриловые эфиры многоатомных спиртов и продукты на их основе находят широкое применение в различных отраслях промышленности. В последние годы продукты на основе рассматриваемых эфиров активно используются в стоматологии в качестве компонентов адгезивных систем. В настоящее время синтез метакриловых эфиров многоатомных спиртов

достаточно хорошо изучен. Наиболее эффективным лабораторным способом синтеза описываемых эфиров является ацилирование спиртов хлорангидридом или ангидридом метакриловой кислоты. Однако данный метод не может быть реализован в промышленных масштабах вследствие малой доступности и, следовательно, высокой стоимости сырья.

Наиболее оптимальным решением данной проблемы является этерификация и переэтерификация триметилолпропана (ТМП) метакриловой кислотой (МАК) и метилметакрилатом (ММА), соответственно.

К достоинствам метода переэтерификации можно отнести низкую цветность конечного продукта, а также простоту его выделения из реакционной массы (фильтрованием от катализаторов и отгонкой растворителя). Главным недостатком процесса является трудность достижения высоких выходов триметилолпропан триметакрилата (ТМПТМА), что связано с образованием побочных продуктов из-за протекания реакций присоединения метанола (в присутствии метилата натрия) по двойным С=С-связям метакрилатов (как исходного ММА, так и синтезированных в ходе процесса продуктов моно-, ди- и три-алкилирования (ТМПММА, ТМПДМА и ТМПТМА)), что было подтверждено методом хромато-масс спектрометрии. Следовательно, процесс получения ТМПТМА методом переэтерификации характеризуется относительно невысокими выходами. При этом полученный этим способом продукт обладает низкой цветностью.

В ходе предварительных экспериментов было отмечено, что в отличие от процесса переэтерификации, процесс этерификации связан с большей склонностью мономеров к полимеризации и с образованием окрашенных продуктов осмоления. Таким образом, первоначальной задачей этой части исследования стал выбор эффективной ингибирующей системы. В качестве ингибиторов радикальной полимеризации были рассмотрены ГХ, п-МОФ и их смеси. Наиболее активным катализатором процесса является серная кислота. Однако использование серной кислоты приводит к высокой цветности продукта вследствие значительного вклада побочных реакций, протекающих во время синтеза. Процесс обесцвечивания продукта приводит к проведению дополнительных операций и значительно увеличивает стоимость целевого мономера. В связи с этим, серная кислота также не рассматривалась в качестве потенциального катализатора исследуемого процесса. Следовательно, процесс получения ТМПТМА методом этерификации позволяет достичь практически количественных выходов мономера на стадии синтеза. Однако повышенная цветность мономера приводит к проведению стадии его дополнительной очистки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта FSWR-2022-0003.

УДК 66.013

ИГУМНОВ А.Е., КУРСКИЙ Ю.А.

АДАПТАЦИЯ БЛОКА ПРОИЗВОДСТВА АКРИЛАТОВ ДЛЯ СИНТЕЗА ЭТИЛАЦЕТАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Потребление полимеров по всему миру с каждым годом только растет, несомненно, это один из передовых материалов. В настоящее время производства, занимающие ведущие места химической промышленности, нацелены на легкость и долговечность продуктов. Статистика гласит, что более 70% предметов созданы из полимеров. Большая часть полимерного сырья производится из органических кислот.

Этилацетат (этилэтаноат, EtOAc) – $CH_3CO_2CH_2CH_3$, бесцветная жидкость со сладковатым запахом. Синтез происходит смешением этанола и уксусной кислоты, как результат - сложный эфир. Ключевое предназначение — это основа для клеев, жидкости для снятия лака

и многое другое.

Основной способ производства этилацетата – синтез уксусной кислоты с этиловым спиртом на ионообменной смоле марки HCR-W2. На данной технологии синтеза основывается «Производство акриловых кислот и эфиров» АО «СИБУР-Нефтехим». Производство пробной партии будет получено на установке для производства метилакрилата и этилакрилата. В технологическую схему внесены изменения с помощью временных трубопроводов. В качестве сырья используется уксусная кислота от участка «Синтеза и Очистки Акриловой Кислоты» производства акриловой кислоты и эфиров СИБУРа и этиловый спирт, производимый ЗАО «Нефтехим».

Целью работы является изучение технологии синтеза этилацетата непрерывной подачей исходной смеси и выводом ее из реактора с последующими стадиями перегонки (очистки) на производстве АО «СИБУР-Нефтехим», разработка решения по улучшению производительности аппаратов действующей технологической схемы.

---

1. Производство основных органических химических веществ: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Бюро НДТ, 2019 – 423 с.

УДК 621.357.12

КАМАНОВ С.Д., БАЧАЕВ А.А.

РЕГЕНЕРАЦИЯ КАТИОНООБМЕННЫХ МЕМБРАН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время основным способом получения хлора и каустической соды является мембранный электролиз. При работе в электролизере катионообменные мембраны претерпевают обратимые и необратимые изменения, приводящие к снижению выхода по току щелочи, повышению электрического сопротивления и содержанию примесей в получаемом каустике. Даже при квалифицированной эксплуатации срок службы мембран, определяемый снижением показателей (селективность, обменная емкость, электропроводность) до допустимых пределов не превышает 4 лет [1].

Одной из причин ухудшения показателей мембраны является ее загрязнение за счет осаждения коллоидов, макромолекул, кристаллов труднорастворимых веществ ($CaSO_4$, $Ca(OH)_2$, $Mg(OH)_2$, $Fe(OH)_3$) на поверхности и внутри мембраны или их адсорбции внутри матрицы с последующим блокированием части ионообменных групп со снижением обменной емкости и увеличение размеров осаждений внутри мембраны с разрушением ее структуры. Источниками примесей являются оборотные стоки, деминерализованная вода и поваренная соль различных месторождений, в состав которых могут входить как неорганические, так и органические загрязнители.

С учетом высокой стоимости ионообменных мембран и влиянием санкций вышеуказанное делает актуальным продление срока службы мембран путем регенерации.

Для анализа состава примесей, загрязняющих катионообменную мембрану, предпринималась попытка их вымывания деминерализованной водой температурой 55-60 °С. Со стороны анода подавалась вода с pH 10, со стороны катода с pH 12. Время промывки составляло 24 часа. Однако, в горячей воде растворимость примесных соединений невелика, поэтому часть примесей растворению не подвергалась. С анодной стороны преимущественно были вымыты ионы железа, алюминия, оксиды кремния (II) и сульфат-ионы. pH промывочной воды при этом увеличилось с 10,45 до 12,74, что говорит о вероятном растворении гидроксидов железа и алюминия. Наличие примесей в виде гидроксидов железа на анодной стороне экс-

плуатированной мембраны подтверждается ее внешним видом, имеющий ярко выраженный «ржавый» цвет. С катодной стороны преимущественной удалось вымыть оксиды кремния (II) и сульфат-ионы. Визуально на катодной стороне эксплуатированной мембраны примесей не наблюдалось.

Согласно данным по электролизу воды с твердым полимерным электролитом (ТПЭ) ионообменные мембраны марки Nafion способны выдерживать pH растворов, эквивалентных 10%-ному раствору серной кислоты [2]. Для растворения примесных соединений и регенерации катионообменных мембран без их повреждения предлагается использовать раствор соляной кислоты соответствующей pH.

Библиографический список

1.Ромашин О.П, Карпов Т.В, Флид М.Р., Френкель А.С. Электролизеры, мембраны и их регенерация // Химическая промышленность сегодня. Сер. Развитие мембранного метода и производства хлора и каустической соды. - 2012. - №9. – с 12-22.
2.Григорьев С.А., Порембский В.И., Фатеев В.Н., Самсонов Р.О., Козлов С.И. Получение водорода электролизом: современное состояние, проблемы и перспективы // Транспорт на альтернативном топливе. – 2008. - №3(3). - с 62-69

УДК 62-408.2

ПУГОВКИН Н.Е., КОВШОВ Е.Д., ГОЛОВАНОВ А.В., ГОЛОВАНОВ В.И.

ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОМУ ОСАЖДЕНИЮ МЕТАЛЛОВ НА ДИЭЛЕКТРИКЕ ДЛЯ СОЗДАНИЯ ИНТЕГРИРОВАННОЙ ПРОВОДКИ В ОБШИВКАХ И НЕСУЩИХ КОНСТРУКЦИЯХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель данной работы – подбор подходящей технологии нанесения токопроводящих покрытий для диагностики целостности обшивки, и создания радио восприимчивых поверхностей.

Электролитические технологии достаточно давно применяются для покрытия пластмасс металлическими материалами. Примером тому может быть изготовление печатных плат, элементов экстерьеров автомобилей, износостойких покрытий для пластмассовых изделий. Также технология применяется для создания проводки в технических изделиях и, в связи с этим перспективна для создания токопроводящих элементов в БПЛА.

В данной работе рассматриваются различные методы нанесения токопроводящих покрытий на диэлектрические материалы, их анализ и выбор самых технологичных из них. Принцип всей технологии по созданию таких покрытий заключается в нескольких этапах: подготовка поверхности (увеличение адгезии), травление поверхности(с целью создания микро неровностей для прочного сцепления молекул активатора с поверхностью), сенсактивирование (процесс создания тонкой пленки катализатора для ускорения роста кристаллов основного проводящего слоя), химическое осаждение основного проводящего материала, электролитическое осаждение токопроводящего слоя.

В ходе исследований был проведен ряд экспериментов по различным методикам нанесения токопроводящих покрытий и выбраны несколько наиболее технологичных. Одна из методик является классическим методом нанесения покрытий, но в нашем случае обладает определенными недостатками, которые связанны с проблематичностью образования равномерного проводящего слоя в виду отсутствия специального оборудования и большими трудозатратами. Поэтому был осуществлен поиск новой методики, которая обеспечила бы

стабильность и равномерность процесса образования проводящего слоя. Новая методика заключалась в создании на поверхности пластмассы затравочного слоя путем частичного растворения диэлектрика и внедрения в растворенный слой мелкодисперсного порошка проводящего вещества.

В ходе анализа методик по нанесению токопроводящих поверхностей были выбраны несколько наиболее технологичных, которые в последствие будут применены при изготовлении систем диагностики, электроснабжения и радиосвязи.

Библиографический список

1. Ильин В. А. Й46 Металлизадня диэлектриков. Л., «Машиностроение» (Ленингр. отдние), 1977г. 80 с.
2. Глинка, Н. Л. Общая химия в 2 т. Том 1 : учебник для вузов / Н. Л. Глинка ; под редакцией В. А. Попкова, А. В. Бабкова. — 20-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2024г. — 353 с.
3. Курс теории коррозии и защиты металлов, Жук Н.П., 2006г. — 472 с.

УДК 544.6.018.2

ИВАШКИН Е.Г., ВАСИН Е.Н., КОЗИНА О.Л., КУПЧИШИН М.В., ДАВЫДОВ А.В.

ОБ ОСОБЕННОСТЯХ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДИЦИАНОАРГЕНТАТНОРОДАНИСТОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для нанесения гальванических покрытий серебром и множеством его сплавов разработано множество электролитов на основе цианистых комплексов серебра. Цианистые электролиты серебрения обладают множеством положительных характеристик. Они позволяют получать светлые мелкозернистые покрытия, обладают высокими катодным и анодным выходами по току, хорошей рассеивающей способностью и др. Но недостатком составов, содержащих свободные цианиды щелочных металлов, является чрезвычайная токсичность цианистых солей. Для снижения вредности производства цианистые составы заменяют на растворы на основе дицианоаргентата (I) калия: железистосинеродистый, синеродистороданистый и дицианоаргентатнороданистый [1]. На сегодняшний день получили широкое распространение последние 2 состава.

Для приготовления данных составов возможно приготовление раствора дицианоаргентата в условиях цеха из металлического серебра, что является хотя и трудоёмкой, но экономически выгодной операцией, так как стоимость серебра в виде готовой соли $K[Ag(CN)_2]$ более чем вдвое превышает стоимость серебра в элементарном виде.

Методика приготовления электролита состоит из нескольких стадий, перечисленных далее.

1. Получение нитрата серебра растворением металла в минимальном количестве азотной кислоты.
2. Кристаллизация $AgNO_3$.
3. Кипячение растворов гексацианоферрата (II) калия (жёлтая кровяная соль), карбоната калия (поташ) и нитрата серебра с целью получения раствора $K[Ag(CN)_2]$;
4. Отстаивание и фильтрация раствора, сбор непрореагировавших соединений серебра и других возвратных отходов;
5. Анализ и корректировка. Доведение до уровня.
6. Ввод в эксплуатацию.

7. Обработка возвратных отходов, собранных на этапе II, с целью сдачи или подготовки к повторному использованию.

Наиболее важной и ответственной является стадия 3. При этом в литературе приводятся разные данные по продолжительности кипячения раствора реагентов: от 1,5 до 6 часов. Целью данной работы

Целью данного исследования является уточнение необходимого времени на операцию 3. Порядок проведения эксперимента – согласно [1]. Производилась добавка перекиси водорода. Через равные промежутки времени от начала закипания смеси отбирались пробы раствора и анализировались на содержание серебра. Результаты эксперимента представлены в табл.1.

Таблица 1. Результаты эксперимента

Время кипячения смеси, ч	Доля перешедшего в раствор металла (от общего количества), %
0,5	30,53
1,0	85,09
1,5	79,33
2,0	81,5

Приведённые данные показывают, что более одного часа кипячение производить нецелесообразно.

---

1. Буркат, Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов / Г.К. Буркат. – СПб.: Политехника, 2009. – 188 с.

УДК 544.6.018.2

ИВАШКИН Е.Г., ВАСИН Е.Н., КУПЧИШИН М.В., БАРИНОВ А.Д., ДАВЫДОВ А.В.

К ВОПРОСУ ОЧИСТКИ ХЛОРИСТОАММОНИЙНОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ЦИНКОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цинкование является одним из самых распространённых технологических процессов гальванотехники. Используемые в качестве антикоррозионных, цинковые покрытия защищают стальные изделия от коррозии электрохимически, т.к. в атмосферных условиях, пресной воде и других средах цинковое покрытие имеет более отрицательный компромиссный потенциал, чем сталь [1].

Хлористоаммонийные электролиты, относящиеся к комплексным, получили весьма широкое распространение благодаря следующим достоинствам:

1) выход по току достигает 98%, поэтому наводораживание стальных деталей незначительно;

2) высокая катодная поляризация и хорошая электропроводность электролита оказывают благоприятное влияние на рассеивающую способность (РС), которая выше рассеивающей способности всех нецианидных электролитов и в зависимости от катодной плотности тока находится в интервале 29-45%. Покрытия получаются светлыми, равномерными, с мелкокристаллической структурой даже на деталях сложного профиля.

Но к недостаткам данных составов относится его агрессивность по отношению к окружающему оборудованию, элементам оснастки и упавшим на дно ванны деталям. Кроме того, данные составы практически неработоспособны без добавок поверхностно-активных веществ (ПАВ), способствующих образованию светлых мелкокристаллических покрытий. До-

бавки ПАВ в процессе эксплуатации претерпевают ряд изменений и преобразуются в органические примеси, ухудшающие качество покрытия.
Для восстановления работоспособности электролитов проводят комплексную очистку.

Нами исследован электролит следующего состава (г/л): $ZnCl_2$ – 40-60, NH_4Cl – 180-220, H_3BO_3 – 10-20; добавка ПАВ – 40-60. После нескольких месяцев эксплуатации электролита покрытие становится тёмно-серым, особенно на внутренних поверхностях сложнопрофильных деталей. Корректировка, в том числе добавкой ПАВ в ячейке Хулла, как и стандартные методы очистки, включающие обработку перекисью водорода, активированным углём и проработку током, положительного результата не дали. Нами опробована методика очистки, состоящая из нескольких, перечисленных далее стадий.

1. Обработка электролита коллоидным графитом марки С2 (в резервной ванне), выдержку и фильтрацию. На концентрациях основных компонентов данная операция практически не сказывается.
2. Длительная проработка током на гофрированном катоде.
3. Анализ на основные компоненты, корректировка добавкой ПАВ.

Техническим результатом является восстановление работоспособности ванны практически до уровня свежеприготовленного электролита.

Библиографический список

1. Ажогин, Ф.Ф., Беленький, М.А., Галь, И.Е. Гальванотехника: справ. изд. / Ф.Ф. Ажогин, М.А. Беленький, И.Е. Галь [и др.]. – М.: Металлургия, 1987. – 736 с.
2. Виноградов, С.С. Экологически безопасное гальванические производство. Под ред. проф. В.Н. Кудрявцева. – М.: Глобус, 1998. – 302 с., ил.

УДК 544.6.018.2

ИВАШКИН Е.Г., ВАСИН Е.Н., КУПЧИШИН М.В., ЧИНЕНКОВ Л.С., КУЗНЕЦОВ Е.М.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАССЕИВАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ЭЛЕКТРОЛИТОВ ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДИЦИАНОАРГЕНТАТА (I) КАЛИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В значительной мере качество и свойства гальванических покрытий определяются их толщиной [1]. Способность электролита давать равномерное по толщине покрытие на всех участках детали называется рассеивающей способность. При нанесении покрытий драгоценными металлами вопрос обеспечения равномерности толщины особенно актуален ввиду сочетания важных функциональных характеристик покрытий и во избежание перерасхода дорогостоящих материалов.

Серебряные покрытия получили широкое распространение в радиоэлектронной промышленности ввиду ряда ценных свойств: высокой электропроводности, малых значений удельного и переходного электрических сопротивлений, высокой отражательной способности, антифрикционных свойств и др. Недостатком чисто серебряных покрытий является их мягкость, ведущая к весьма низкой износостойкости и склонность к скатыванию при трении [2].

Для осаждения покрытий серебром широкое применение нашли составы на основе дицианоаргентата (I) калия, в частности – дицианоаргентатнороданистый электролит. В настоящей работе исследована рассеивающая способность двух составов, приведённых в табл. 1. Состав 1 приготовлен путём взаимодействия хлорида серебра, гексацианоферрата (II) калия и карбоната калия с последующей корректировкой (хлорид серебра получен при регенерации отработанного электролита аналогичного состава); состав 2 – из покупных химикатов.

Таблица 1. Составы исследуемых электролитов

Компонент	Номер электролита	
	1	2
	Концентрация, г/л	
Ag (в пересчёте на металл)	42,5	47,4
KSCN	230	232,0
K_2CO_3	27,6	29,98
pH	10,0	11,1

Измерение проводилось в ячейке, соответствующей [3]. Образцы – предварительно посеребрённая латунь Л63. Температура цеховая, время выдержки – достаточное для достижения средней толщины покрытия 10 мкм. Анод серебряный. Результаты эксперимента приведены в табл. 2.

Таблица 2. Результаты эксперимента

$j_к$,	Номер электролита	
	1	2
	Рассеивающая способность, %	
1,0	51,2	41,39
1,25	53,47	43,1
1,5	60,01	56,94

Как известно, рассеивающая способность зависит от поляризуемости катодного процесса и электропроводности. Гексацианоферрат (II) калия увеличивает поляризуемость, поэтому значения РС для электролита 1 несколько выше, чем для электролита 2.

Библиографический список

1. Прикладная электрохимия: учебник для вузов. Под ред. проф. А.П. Томилова. – 3-е изд., перераб. – М.: Химия, 1984. 520 с., ил.
2. Буркат, Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов / Г.К. Буркат. – СПб.: Политехника, 2009. – 188 с.
3. ГОСТ 9.309-86. Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия гальванические. Определение рассеивающей способности электролитов при получении покрытий. – Введ. 01–01–1987. – М., 1986. – 283 с.
4. ОСТ 107.460092.001-86. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Типовые технологические процессы. Книга 1. – Введ. 01–04–1987. – М., 1986. – 259 с.

УДК 66.087.7

ИВАШКИН Е.Г., ВАСИН Е.Н., КОЗИНА О.Л., КУПЧИШИН М.В., КУЗНЕЦОВ Е.М.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА СТАЛЬНЫХ ДЕТАЛЕЙ ПЕРЕД СЕРЕБРЕНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гальванические покрытия характеризуются несколькими важными параметрами, определяющими их защитно-декоративные или функциональные характеристики. К этим параметрам относятся: толщина, пористость, внутренние напряжения, степень блеска, химический состав, а также прочность сцепления покрытия с основой.

В большинстве случаев серебром покрывают изделия из меди и её сплавов. Реже – из алюминия и его сплавов, а также стальные детали. Для разных материалов рекомендуется специфическая предварительная подготовка поверхности, призванная обеспечить хорошую адгезию [1]. При серебрении меди и её сплавов рекомендуется амальгамирование или предварительное серебрение в электролите с низкой концентрацией серебра. Для алюминия вдобавок к предварительному серебрению наносят никелевый и медный подслой. Стальные изделия требуют нанесение никелевого подслоя. Никелирование является дорогостоящим технологическим процессом, и в своём исследовании мы поставили цель проверить возможность осаждения серебряных покрытий на сталь с предварительно нанесённым оксидным слоем.

Оксидирование образца из углеродистой стали проводилось в классическом составе, содержащем едкий натр, нитрит натрия, азотнокислый натрий и тринатрийфосфат при температуре 140 ^{o}C в течение 40 минут. Покрытие имело равномерный чёрный цвет и хорошую адгезию. Серебрение производили в дицианоаргентатнороданистом электролите (приготовлен путём взаимодействия хлорида серебра, гексацианоферрата (II) калия и карбоната калия с последующей корректировкой) с концентрацией серебра в пересчёте на металл 40,6 г/л. Температура цеховая. Между оксидированием и серебрением необходима промывка в холодной проточной воде. Прочность сцепления проверяли методом нагрева согласно [2]. Отслоений выявлено не было. При этом образец без предварительного оксидирования проверки на адгезию не прошёл.

Таким образом, предварительное оксидирование может являться способом обеспечения надлежащей адгезии серебряного покрытия к стальным деталям.

Библиографический список

1. Буркат, Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов / Г.К. Буркат. – СПб.: Политехника, 2009. – 188 с.
2. ГОСТ 9.302-88. ЕСЗКС. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля. М.: Изд-во стандартов, 1988. – 39 с.

УДК 541.6 : 544.72

ЛАПТЕВА Е.А., САВИНОВА М.В.

СОРБЦИЯ КРАСИТЕЛЯ МЕТИЛОВОГО КРАСНОГО ПОЛИМЕРАМИ ОЛИГО(ЭТИЛЕНГЛИКОЛЬ)МЕТАКРИЛАТОВ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ

Дзержинский политехнический институт
Нижегородского государственного технического университета имени Р.Е. Алексеева

В настоящее время промышленные сточные воды характеризуются высоким содержанием различных красителей, обладающих токсичностью и низкой биоразлагаемостью. Поэтому исследования, направленные на разработку эффективных методов очистки сточных вод от красителей, имеют большое значение для экологической безопасности. К одному из перспективных методов относится сорбция красителей, содержащих гидрофобные фрагменты, мицеллами амфифильных полимеров на основе олиго(этиленгликоль)метакрилатов [1].

В данной работе для сравнительного анализа сорбционных свойств были синтезированы молекулярные щетки на основе метоксиолиго(этиленгликоль)метакрилата $C_1E_{11}M$ (степень оксиэтилирования n=11), содержащие одинаковое количество гидрофобного сомономера – додецилметакрилата (ДМА) или высшего алкоксиолиго(этиленгликоль)метакрилата $C_{12}E_7M$ (n=7) с алкильной группой С12 в спиртовой части молекулы.. В качестве образца

красителя использовался метиловый красный (МК), имеющий в своем составе две гидрофобные фенильные группы.

Определение способности вовлечения МК в гидрофобные ядра полимерных мицелл проводилось при использовании ультразвуковой обработки в течение 5 часов при концентрации красителя 0,02 % масс. в присутствии 1,5 % мас. полимера при 25 ºС и pH 1,7. Концентрация МК в образцах определялась методом УФ-спектрофотометрии при длине волны 500 нм.

Таблица 1. Концентрация красителя МК в водной фазе при pH 1,7

Время озвучивания	Концентрация красителя в водной фазе, %		
	Без полимера	C_1E_{11}М-ЛМА(30:70)	C_1E_{11}М-$C_{12}E_7$М (30:70)
60	0,0011	0,0015	0,0014
120	0,0012	0,0015	0,0013
180	0,0013	-	0,0013
240	0,0013	0,0015	0,0014
300	0,0013	0,0017	0,0015

1. Al-Amshawi, S., Yunus, M. Y. B. M., Azoddein, A. A. M., Hassell, D. G., Dakhil, I. H. and Hasan, H. A. 2020). Electrodialysis desalination of water and wastewater: a review.*Chem. Eng. J.* 380, 122231-122254. doi: 10.1016/j.cej.2019.122231.

УДК 547

ЗЛОБИН С. Ю., ЛУНИНА Д. М., ЕСИПОВИЧ А. Л.

ЖИДКОФАЗНАЯ ДЕГИДРАТАЦИЯ ГЛИЦЕРИНА В АЦЕТОЛ: ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ РЕАКЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Повышение экономической рентабельности производства биодизельного топлива зависит от рационального использования глицерина (ГЛ), который образуется побочно в больших количествах. Переработка ГЛ с использованием медьсодержащих катализаторов может приводить к образованию таких ценных продуктов, как 1,2-пропиленгликоль (ПГ) и его прекурсор — ацетол (АЦ; гидроксиацетон).

Целью данной работы стало установление зависимости выхода АЦ от температуры процесса в присутствии катализатора Cu_2O.

Наноразмерный катализатор Cu_2O получали по red-ox реакции между водными растворами $CuSO_4$ (1.5 л, 0.6 М), NaOH (0.6 л, 6.0 М) и глюкозы (0.1 л, 2.5 М) в качестве восстановителя и испытывали на установке реактивной дистилляции в непрерывном режиме работы. Анализ продуктов реакции осуществляли методами ВЭЖХ, ГХ и ГХ-МС.

Установлено, что с ростом температуры закономерно увеличивается выход АЦ и ПГ (табл. 1), а также побочных продуктов, как акролеин (АК), аллиловый спирт (АС), пировальдегид (ПА), дигидроксиацетон (ДА). Обнаружены также продукты осмоления и конденсации, следы метанола, уксусной и молочных кислот, глицеральдегида.

Таблица 1

Влияния температуры на процесс жидкофазной дегидратации ГЛ

T, °C	Конверсия ГЛ, %	Выход продукта (χ), %						
		АЦ	АК	АС	ПГ	ПА	ДА	др.
240	95.08	57.25	0.08	0.26	2.45	1.17	2.37	36.42
220	97.34	56.70	0.03	0.14	1.87	0.73	0.99	39.54

T, °C	Конверсия ГЛ, %	Выход продукта (χ), %						
		АЦ	АК	АС	ПГ	ПА	ДА	др.
210	97.21	55.55	0.01	0.12	1.10	0.79	0.45	41.98
200	98.73	52.55	0.02	0.08	1.03	0.64	0.19	45.49
190	99.07	41.54	0.02	0.06	0.19	0.55	0.14	57.50
180	99.40	28.58	0.00	0.03	0.08	0.33	0.07	70.91

Условия: ГЛ 99.3 % масс., кат./ГЛ = 5 % масс., $P_{вак}$ = 0.03 кгс/см^2, G_{N_2} = 150 см^3/мин, N = 800 мин$^{-1}$, τ = 12 ч.

Выход АЦ во времени (рис. 1. А) характеризуется: в диапазоне температур (180 – 190) °С восходящей зависимостью с постепенным достижением плато; (200 – 240) °С — убывающей. Наночастицы Cu_2O способны спекаться при температуре выше 200 °С, что приводит к агломерации частиц и деградации удельной площади поверхности ($S_{уд}$, рис. 1. Б), теряя каталитическую активность в условиях изучаемого процесса.

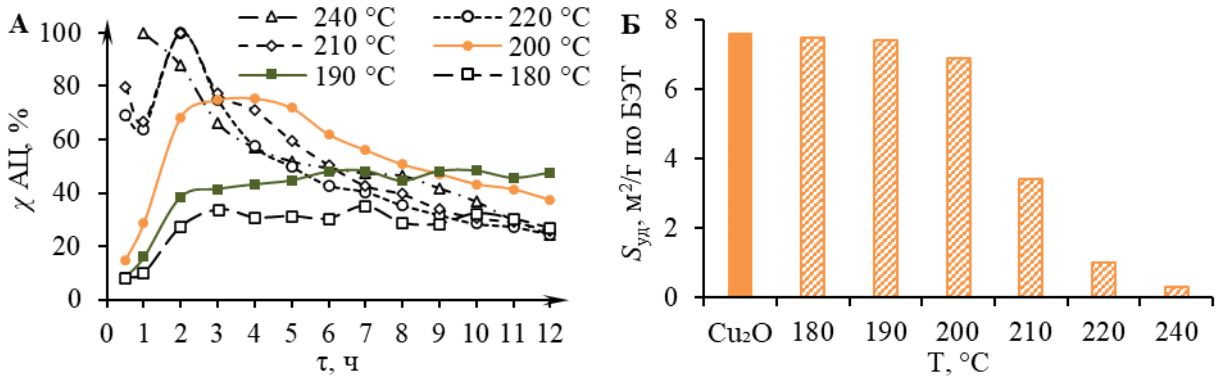


Рис. 1. А Зависимости выхода АЦ во времени от температуры процесса; Б Измерение $S_{уд}$ свежего Cu_2O и отработанного при различных температурах. Условия: те же

Таким образом, 190 °С — рациональная температура для дальнейшего изучения и оптимизации процесса жидкофазной дегидратации ГЛ до АЦ в присутствии Cu_2O.

УДК 547.412.23:66.092-977

МАЙОРОВ Д.А., БАЖАН Л.И.

ПОВЫШЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПЕЧЕЙ ПИРОЛИЗА 1,2- ДИХЛОРЭТАНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Поливинилхлорид – широко используемый многотоннажный продукт полимеризации винилхлорида мономера (ВХМ).

Получение ВХМ основано на сбалансированной схеме, включающей стадии прямого хлорирования этилена, оксихлорирования этилена и дегидрохлорирования (пиролиза) 1,2- дихлорэтана (ДХЭ). Стадия пиролиза 1,2- дихлорэтана предназначена для получения ВХМ методом пиролиза в газовой фазе (рис. 1).

Производственные мощности предприятия позволяют получать большее количество 1,2-ДХЭ и ПВХ, однако мощностей печей недостаточно, ввиду чего необходима их модернизация. Предлагается увеличить суммарную производительность печей пиролиза 1,2-ДХЭ с 55 т/час до 61 т/час за счёт увеличения длины змеевика радиантной зоны печей П1и П2.

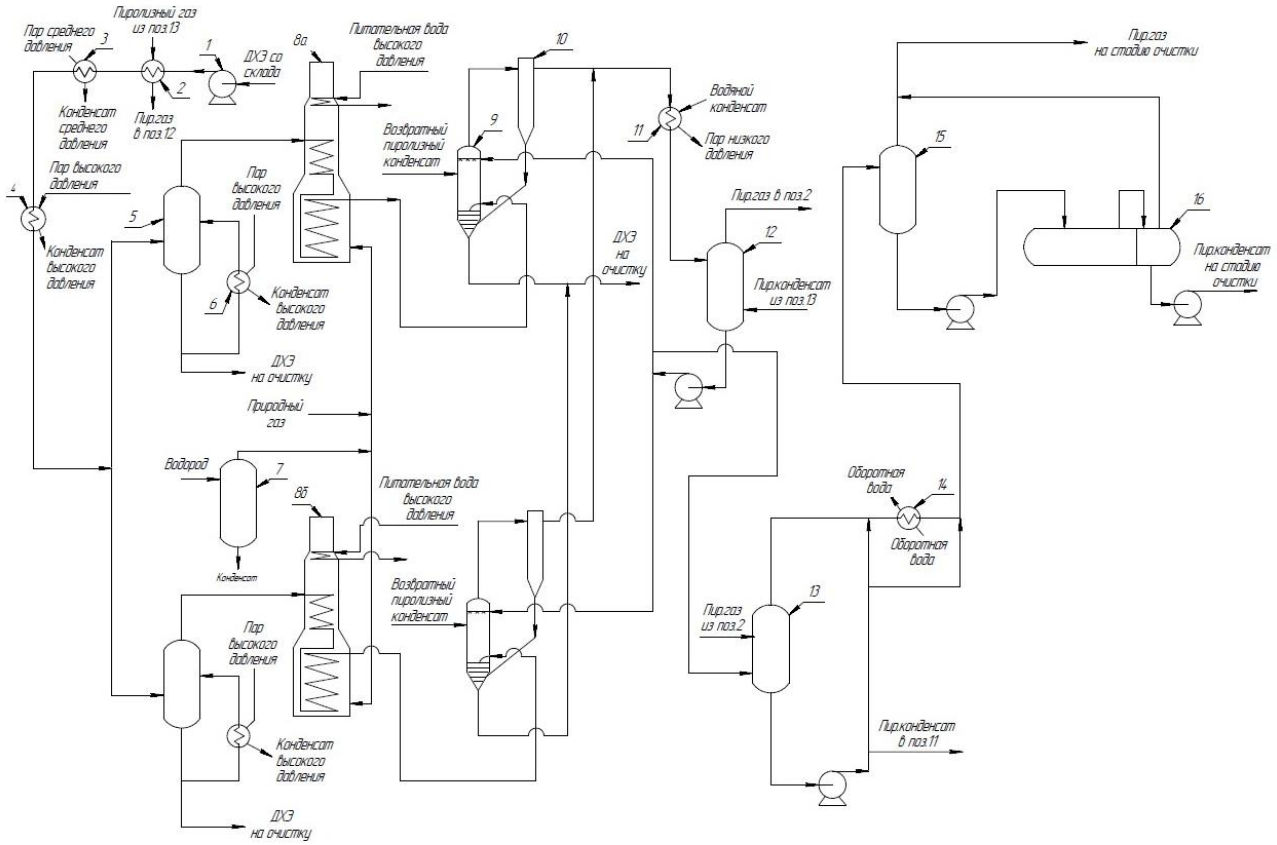


Рисунок 1. Технологическая схема пиролиза 1,2-дихлорэтана:
1 – центробежный насос; *2* – перекрестный теплообменник; *3* – второй теплообменник узла подогрева; *4* – третий теплообменник уза подогрева; *5* – сепаратор узла подогрева и испарения; *6* – испаритель ДХЭ; *7* – буфер приема водорода; *8а* – печь пиролиза П1; *8б* – печь пиролиза П2; *9* – сепаратор закалки; *10* – циклон закалки; *11* – теплообменник первой ступени конденсации; *12* – сепаратор первой ступени конденсации; *13* – сепаратор второй ступени конденсации; *14* – конденсатор третьей ступени конденсации; *15* – сепаратор третьей ступени конденсации; *16* – емкость окончательной конверсии бутадиена

УДК: 544.47

МАРКИН З.А.[1,2], МАРКИНА М.В.[1], АТЛАСКИНА М.Е.[2]

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ МИКРОВОЛНОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА КОНВЕРСИЮ CO_2 В ЦИКЛИЧЕСКИЕ КАРБОНАТЫ

[1] Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского
[2]Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева

Улавливание и утилизация CO_2 являются важными альтернативными способами борьбы с выбросами углекислого газа. При этом реакции присоединения CO_2 к различным эпоксидам для производства ценных циклических карбонатов выделяются как на 100% атомно-экономичные реакции, которые удовлетворяют требованиям зеленой химии. Кроме того, циклические карбонаты имеют широкое применение, например, в качестве электролитов в литий-ионных аккумуляторах, в качестве органических растворителей и сырья для получения поликарбонатов. Поэтому встает вопрос о поиске эффективного метода конверсии CO_2 в ценные химические продукты наиболее экологичным и экономичным способом.

Целью данной работы является исследование влияния микроволнового излучения на реакцию присоединения CO_2 к эпоксидам для получения циклокарбонатов. В качестве исходного реагента использовался эпихлоргидрин. В качестве катализатора нами была синте-

зирована ионная жидкость на основе 1-метилимидазола и бромэтанола. Катализ проводили в закрытой системе, чтобы избежать испарения эпихлоргидрина, при температуре 90°С и атмосферном давлении. Протекание реакции анализировали с помощью газового хроматографа «Хроматэк-Кристалл». Пробы для анализа отбирали через каждые 20 минут первые 2 часа, далее через каждые 30 минут следующие 3 часа и затем через каждые 60 минут следующие 2 часа. После обработки данных эксперимента получены следующие результаты (рис 1).

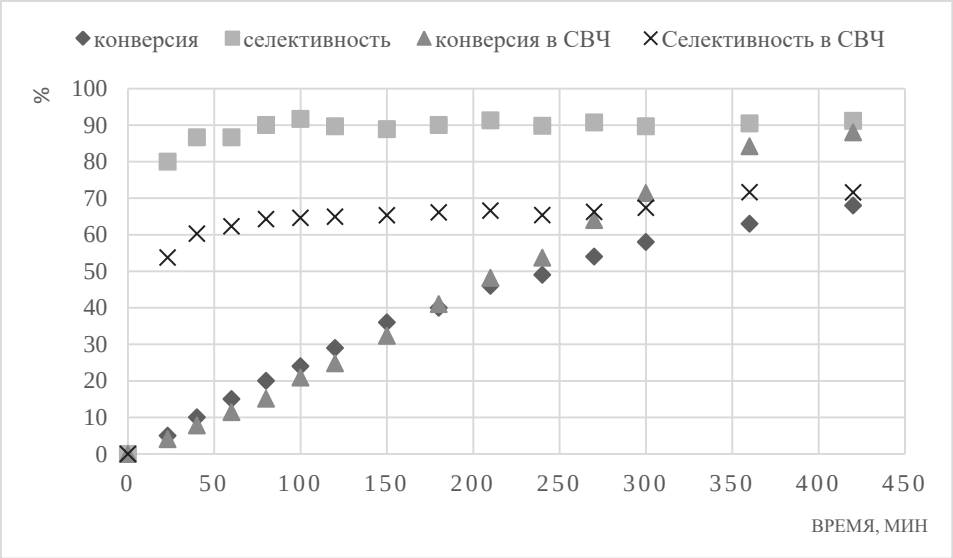


Рис 1. Зависимость конверсии от времени реакции

Как можно, заметить СВЧ-поле способствовало росту конверсии с 68 до 88%, при этом селективность процесса снижалась с 91 до 72%. Можно сделать вывод, что микроволны смещают равновесие каталитической реакции в сторону образования побочных продуктов. Полученные данные могут быть использованы при проектировании процессов получения циклокарбонатов в промышленных масштабах.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда, проект № 22-79-10302.

УДК 66.083.2

МЕДОВ В.А., МОЧАЛОВ Г.М.

ПЕРСПЕКТИВНЫЙ КАТАЛИЗАТОР ДЛЯ РЕАКЦИИ ДИСМУТАЦИИ ХЛОРСИЛАНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Институт физико-химических технологий и материаловедения

В настоящее время многие компании берут тренд на экологичность своих процессов, а также уменьшение себестоимости конечного продукта. Это явление не обошло и российское производство полупроводникового кремния высокой чистоты. Наиболее распространенным способом получения поликристаллического кремния, является Siemens-процесс. Данный процесс основан на каталитическом гидрохлорировании технического кремния до трихлорсилана с последующей глубокой очисткой его, а затем восстановлении до поликристаллического кремния водородом. Несовершенство Siemens-процесса заключается в формировании большого объема побочных продуктов реакции с высоким классом опасности, а также высокая энергоемкость.

Все эти недостатки обусловили развитие и применение способа получения поликремния, разработанного фирмой Union Carbide путем термического разложения силана, который получали по реакции каталитической дисмутации трихлорсилана. Этот способ исключает появление побочных продуктов с высоким классом опасности. Кроме того силан применяют не только для получения поликремния, но и в планарной технологии микро- и наноэлектроники.

Катализаторы Union Carbide типа AMBERLIST или IRA являются одними из наиболее широко используемых катализаторов для этой реакции. К преимуществам можно отнести высокую активность и стабильную структуру, что позволяет использовать их в технологических процессах на протяжении нескольких лет. Недостатками же являются высокая стоимость на российском рынке, а также потеря каталитической активности при температуре выше 60ºС, что исключает работу установок синтеза при более высокой температуре и давлении. Поскольку давление и температура благотворно влияют на кинетику реакций, то работы, посвященные исследованию более термически устойчивых катализаторов, являются актуальными.

В нашей работе планируется проведение исследования оригинального катализатора для реакции дисмутации хлорсиланов на основе сополимера дивинилбензола с винилпиридинами. Ранее нами была исследована каталитическая активность одного представителя этого класса соединений, анионита ВП-1АП. Он показал каталитическую активность, не уступающую лучшим образцам зарубежных катализаторов, но обладал гораздо более высокой термостойкостью, то есть температурой, при которой катализатор не терял каталитическую активность (200ºС против 60ºС у IRA или AMPERLIST). Однако в настоящее время анионит ВП-1АП в России не производят. В связи с этим целью данной работы является повышение температуры реакции дисмутации хлорсиланов до 120ºС, поскольку это позволит увеличить производительность реактора и увеличить выход готового продукта в виде трихлорсилана.

Работа выполнена в рамках государственного задания в области научной деятельности (тема № FSWE-2022-0008).

УДК 665.6/7

МИТРОФАНОВ Н.С., ВОРОТЫНЦЕВ А.В.

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕРРИТОРИАЛЬНОМ, РЕГИОНАЛЬНОМ И МИРОВОМ УРОВНЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ СЖИГАНИЯ НЕКОНДИЦИОННЫХ ФАКЕЛЬНЫХ ГАЗОВ НА НГПЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В одной из ранее представленных научных работ по сокращению сжигания некондиционных факельных газов и улучшению экологической обстановки в регионе [1], в целях достижения Россией устойчивого развития в условиях непростой внешней мировой политики [2] была предложена установка, где её использование предлагается на нефтегазоперерабатывающих заводах (НГПЗ). Для более детального анализа, были проведены дополнительные расчеты по экологической нагрузке территориального, регионального и мирового уровня выбросов парниковых газов, зависящих только от сжигания некондиционных факельных газов на нефтегазоперерабатывающих предприятиях, где основной целью было сравнить экологическую нагрузку на атмосферу от одного нефтегазоперерабатывающего предприятия и от всех аналогичных предприятий в мире.

В результате проведенных расчетов получается, что при сжиганиях некондиционных факельных газов, одно нефтегазоперерабатывающее предприятие, за год, способно производить выбросы парниковых газов в атмосферу, эквивалентом 20283 автомобилей – это 67,6% от всех автомобилей, эксплуатируемых в городе Кстово, что является результатом террито-

риальной экологической нагрузки на атмосферу. Кроме того, этот эквивалент (20283) соответствует 1,27% от всех автомобилей, зарегистрированных в Нижегородской области, что является результатом региональной экологической нагрузки на атмосферу.

В настоящее время, в мире, насчитывается 825 нефтегазоперерабатывающих заводов [3], тогда они произведут выбросы порядка 13634981 автомобилям (принят как мировой эквивалент автомобилей). Неконтролируемых выбросов, а именно парниковых газов, в мире, производится порядка 3,4 Гтонн в год [4]. Мировой эквивалент автомобилей будет соответствовать 1,6% от неконтролируемых выбросов в мире, что является результатом мировой экологической нагрузки на атмосферу.

По представленным результатам, можно сделать вывод о том, что только одно нефтегазоперерабатывающее предприятие способно наносить большую экологическую нагрузку на атмосферу, особенно, существенная нагрузка приходится на территориальное местоположение предприятия или близлежащие населенные пункты. Из-за различных производимых источников выбросов парниковых газов в атмосферу, региональные и мировые выбросы парниковых газов считаются существенными, как итог – требуется снижение неконтролируемых выбросов как на НГПЗ так и на других производствах в целом.

Библиографический список

1. Н.С. Митрофанов. Научно-техническая конференция молодых ученых и специалистов ООО «ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез». Тезисы докладов, Кстово, Россия, 2022. Стр. 26-27.
2. Федеральный закон от 02.07.2021 N 296-ФЗ «Об ограничении выбросов парниковых газов».
3. Global top ten active oil refineries // Offshore-Technology – GlobalData - [Электронный источник]: [веб-сайт]. – Электрон.дан. – 2023 -.- URL - https://www.offshore-technology.com/data-insights/global-top-ten-active-oil-refineries (дата обращения: 30.06.2023)
4. This Interactive Chart Shows Changes in the World's Top 10 Emitters // World resources institute – wri.org [Электронный ресурс]: [веб-сайт]. – Электрон.дан. – 2022 - . - URL: https://www.wri.org/insights/interactive-chart-shows-changes-worlds-top-10-emitters (дата обращения: 17.11.22)

УДК 544.47:665.3

ОТОПКОВА К.В.[1,2], ЕСИПОВИЧ А.Л.[1,2], БАЙДАЧЕНКО В.Е.[1], СМИРНОВ М.А.[1]

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЭТЕРИФИКАЦИИ СВОБОДНЫХ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ ГИПЕРСУЛЬФИРОВАННОГО КАТИОНИТА

[1]Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева
[2]Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского

Метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК), применяемые в настоящее время в качестве биодизельного топлива, являются перспективным сырьем для химической промышленности. В данный момент многообещающим сырьем для производства МЭЖК является непищевые масла и отходы пищевой промышленности, такие как животные жиры и низкокачественные растительные масла, или использованные масла для жарки. Преимуществом использования данного сырья служит снижение себестоимости биодизельного топлива, а недостатком является высокое содержание свободных жирных кислот (ЖК), которые в процессе переэтерификации в присутствие щелочного катализатора приводят к образованию мыл.

Следовательно, применение масел с высоким содержанием ЖК необходимо проводить в присутствие кислотных катализаторов.

Ионообменные смолы являются подходящими катализаторами для реакций этерификации и переэтерификации. Основным преимуществом использования смол по сравнению с другими гетерогенными катализаторами является возможность приготовления материалов по индивидуальному заказу, контролируя условия полимеризации. На данный момент имеющиеся коммерческие катионообменные смолы не обеспечивают высокую скорость процесса этерификации, а для достижения высокой конверсии ЖК требуется большой избыток спирта и большие загрузки катализатора.

В данной работе предлагается гиперсульфировать коммерческий катионит с макропористой структурой Lewatit MonoPlus SP 112 (в дальнейшей работе данный катионит называется МГС).

Процесс гиперсульфирования проводили при температуре 90^{o}C в присутствии олеума с 20 % несвязанного SO_3, с последующей промывкой до нейтральной pH промывной воды и сушкой при температуре 60 °C в течение 12 часов. Стабильность полученного гиперсульфированного катионита исследовали в процессе этерификации ЖК при температуре 60 °C, мольное соотношение метанола к ЖК - 10:1, загрузка катионита – 10% от масс. ЖК. Результаты каталитических испытаний представлены в табл.1.

Таблица 1

Результаты каталитических испытаний

	Конверсия ЖК, %			
Время, ч	1 ч	4 ч	8 ч	12 ч
Серная кислота	30,32	55,64	61,83	63,61
Lewatit MonoPlus SP 112	19,82	35,90	52,62	61,54
МГС	12,74	40,06	63,01	64,06

Проведение процесса этерификации с использованием серной кислоты обеспечивает высокую скорость процесса, за 4 часа достигается конверсия ЖК 55,6 %. Исходные промышленные катиониты менее активные в процессе этерификации по сравнению с серной кислотой. Однако гиперсульфированный коммерческий катионит МГС на 8 часу процесса этерификации демонстрирует схожую активность с серной кислотой.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации в рамках научного проекта FSWR2022-0003.

УДК 546

ЛОГУНОВ А.А., ПРОХОРОВ И.О., ЗАНОЗИН И.Д., МАСЛОВ А.А.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ ТОНКИХ ПЛЕНОК PBS И ИХ СЕНСИБИЛИЗАЦИЯ

Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Двухкомпонентная система сельфида свинца (PbS) считается весьма перспективным материалом, который может быть использован в неохлаждаемых чувствительных элементах детекторов ближнего и среднего ИК-диапазона (1-3 мкм). Причем они должны работать при температуре, поддерживаемой термоэлектрическим охладителем, тем самым позволив существенно удешевить и миниатюризировать изделие [1].

Получение и сенсабилизация тонких пленок PbS – задача нетривиальная, особенно если речь идет о точном задании конкретных свойств получаемых материалов, поскольку существующие методы не позволяют точно контролировать их макросостав, а также одностадийно осуществлять сенсабилизацию. [2].

В данной работе тонкие пленки PbS были получены прямым плазмохимическим взаимодействием паров свинца и серы. Фотоактивация была проведена в одном вакуумном цикле путем добавления паров деионизованной H_2O в поверхностную структуру (1 мкм) путем непосредственного переноса паров в зону плазменного разряда.

Аргон высокой чистоты также использовался в качестве рабочего газа для транспортировки прекурсоров в зону реакции и в качестве плазмообразующего газа. Процесс проводился в условия неглубокого вакуума (0,1 Торр) в индуктивно связанной неравновесной ВЧ (13,56 МГц) плазме.

Рабочая камера экспериментальной установки представлена на рис. 1. Оптическая эмиссионная спектроскопия (OES) [3] использовалась для идентификации возбужденных частиц и предположения возможных механизмов плазмохимических реакций. Стехиометрия, структура и морфология поверхности полученных материалов также изучались различными аналитическими методами в зависимости от условий плазменного процесса.

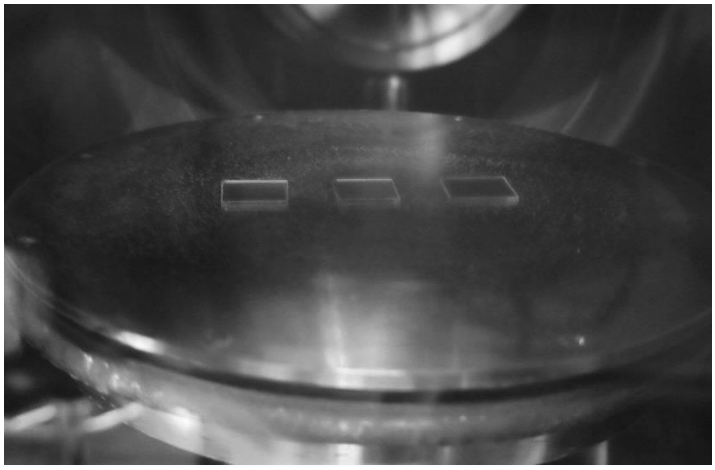


Рис. 1. Рабочая камеры установки плазмохимического осаждения

Библиографический список

1. Абрикосов, Ю.Н. Полупроводниковые материалы на основе соединений А4В6. / Ю.Н. Абрикосов, Л.Е. Шелимова. – М: «Наука». – 1975. – 195 с.
2. Shyju, T.S. Investigation on structural, optical, morphological and electrical properties of thermally deposited lead selenide (PbSe) nanocrystalline thin films / T.S. Shyju, S. Anandhi, R. Sivakumar, S.K. Garg, R. Gopalakrishnan // Journal of Crystal Growth. – 2012. – Vol. 353. – P. 47–542.
3. Logunov, A., Prokhorov, I., Boreman, G., Vorotyntsev, V.// Plasma Chemistry and Plasma Processing, 2021, 41(1), pp. 493–506.

УДК 546

ПРОХОРОВА В.Р.

ОСАЖДЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ХАЛЬКОГЕНИДОВ МЫШЬЯКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

К оптическим системам в инфракрасном диапазоне для использования за пределами лабораторных условий предъявляются жесткие требования с точки зрения стабильности, надежности, прочности и компактности. Все больше внимания уделяется оптоволоконным системам, в которых источник (и все его электрическое и тепловое управление) можно

изолировать от сложной оптической системы, что значительно снижает проблемы долгосрочной стабильности [1].

Подобно лазерам для ближнего инфракрасного диапазона, коммерческое стремление снизить стоимость систем, скорее всего, превратит комплект источников света в товар, что приведет к появлению гибридных систем с волоконно-оптическими компонентами, соединенными с миниатюрными чиповыми системами.

Процессы изготовления и ограничения распространения волокна (например, дисперсия показателя преломления сердцевины/оболочки) приводят к значительному сужению эффективного окна передачи. Абсолютные потери в оптоволокне в пределах окна передачи для различных систем материалов составляют порядка 0,1–1 дБ/м (в отличие от потерь в кварцевом волокне, составляющих 0,1 дБ/км для длин волн ближнего инфракрасного диапазона), что подчеркивает акцент на оптических технологиях.

В данной работе исследуется процесс получения тонких пленок As-Se для дальнейшего создания планарных волноводов. В качестве прекурсоров были использованы элементарные мышьяк и селен чистотой 5N. Инициация химической реакции проходила в низкотемпературной плазме емкостного разряда частотой 13.56 МГц. Использования низкотемпературной плазмы обусловлено необходимостью изменения стехиометрии для варьирования свойств аморфных пленок. На рис. 1 представлено СЭМ-изображение поверхности осажденной структуры.

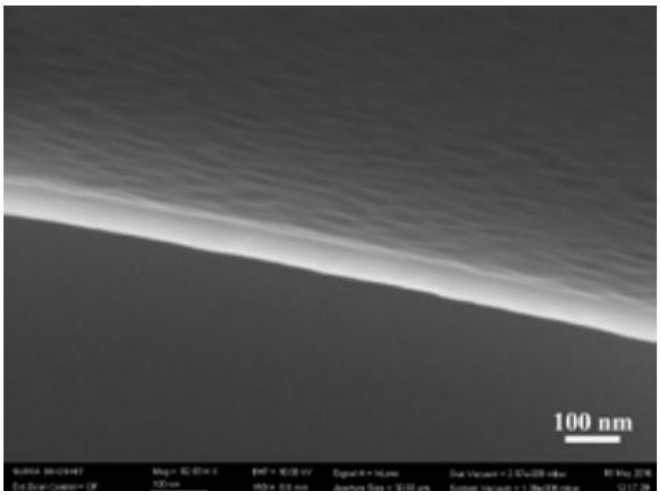


Рис. 1. СЭМ изображение поверхности осажденной структуры

1.Abramov A.S. *et al*. // Springer Series in Optical Sciences. 2020. P. 113-132.

УДК 544.556.1

РЕКУНОВ Н.В., КОРНЕВ Р.А., МОЧАЛОВ Г.М.

ПОЛУЧЕНИЕ ХЛОРИСТОГО ВОДОРОДА ПРИ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОМ ВОССТАНОВЛЕНИИ ТЕТРАХЛОРИДА КРЕМНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
Институт физико-химических технологий и материаловедения

Практически весь используемый в гидридной технологии силан получают по реакции каталитической дисмутации трихлорсилана. В этой реакции кроме силана получается шестнадцатикратное по массе количество тетрахлорида кремния, которое подлежит

утилизации.

Утилизация тетрахлорида кремния путем восстановления до трихлорсилана или полупроводникового кремния позволит организовать производство кремния как по гидридной технологии, так и с использованием Сименс-процесса замкнутым и экологически безопасным.

Исследованы процессы водородного восстановления хлоридов кремния в условиях высокочастотного дугового разряда в радиочастотном диапазоне (40,68 МГц), стабилизированного между двумя стержневыми электродами. Проведен термодинамический анализ систем SiCl4 + H2 и определены основные газообразные и твердые продукты плазмохимических превращений.

Показано, что в реализованных экспериментальных условиях достигается равновесное распределение между компонентами продуктов. Были получены спектры химически активных компонентов, из чего следует, что молекулярный механизм восстановления водородом является основным. Также был изучен состав примесей в газовой фазе и твердых продуктах реакции. Была продемонстрирована возможность одностадийного производства кремния высокой чистоты, главным образом в виде компактных слитков, а также хлорсиланов высокой чистоты.

Энергетическая эффективность в исследуемом процессе плазмохимического восстановления водорода составляет 2 кВт*ч/кг трихлорсилана. Для сравнения, энергетическая эффективность в известных плазмохимических способах составляет 4,5-7,5 кВт*ч/кг, а в способе химического восстановления водородом до трихлорсилана – 10 кВт*ч/кг.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что высокочастотный дуговой разряд может быть использован для получения трихлорсилана и кремния высокой чистоты из побочного продукта производства тетрахлорида кремния. Содержание целевых продуктов в реализованных экспериментальных условиях близко к равновесному, что подтверждается термодинамическим анализом.

Рассмотренный тип газового разряда может быть положен в основу энергосберегающих методов получения высокочистых кремния полупроводникового качества.

Под воздействием плазмы происходит реакция между тетрахлоридом кремния и водородом. В результате образуется трихлорсилан ($SiHCl_3$) и хлороводород (HCl).

Уравнение реакции:

$$SiCl_4 + H_2 = SiHCl_3 + HCl$$

Таким образом, вторым продуктом мы получаем хлористый водород.

Все компоненты используют в производстве без образования отходов или выбросов в атмосферу. В результате снижаются энергозатраты, повышается качество кремния, экологическая безопасность, снижается расход реагентов на единицу продукции.

Работа выполнена в рамках государственного задания в области научной деятельности (тема № FSWE-2022-0008).

УДК 66.013

САМОЛЬЯНОВА В.Д., БОДРИКОВ И.В.

ИК – СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КАЧЕСТВА БЕНЗИНА НА СТАНЦИИ КОМПАУНДИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бензин – продукт переработки нефти, который представляет собой горючее с низкими детонационными характеристиками. Бензины предназначены для применения в поршневых двигателях внутреннего сгорания с принудительным воспламенением. Основным пока-

зателем качества бензина является детонационная стойкость. Высокая детонационная стойкость позволяет нормально работать двигателю на всех стадиях эксплуатации. В случае, если неотработанная часть бензина будет обладать недостаточным детонационным эффектом, то будут накапливаться перекисные соединения, что в дальнейшем может привести к взрывному распаду [1]. Для того чтобы избежать такого распада, целесообразно повышать октановое число бензинов с применением многофункциональных добавок, к ним относятся, кислородсодержащие соединения, иначе называемые оксигенатами, к которым относятся кетоны, спирты, эфиры. Опасностью высокого количества перекисных соединений является тепловой взрыв, который вызывает самовоспламенение топлива. Самовоспламенение части рабочей смеси приводит к взрывному горению оставшейся части топлива — к так называемому «детонационному сгоранию», «детонации». Детонация вызывает перегрев, повышенный износ, или даже местные разрушения двигателя, и сопровождается резким характерным звуком, падением мощности, увеличением концентрации выхлопа. На возникновение детонации оказывают влияние состав применяемого бензина и конструктивные особенности двигателя. Наиболее широкое распространение среди высокооктановых компонентов получили простые эфиры, такие как метил-трет-бутиловый, этил-трет-бутиловый эфиры.

Октановое число – показатель, который характеризует детонационную стойкость топлива, применяемого в карбюраторных двигателях внутреннего сгорания (обычно бензина), не используется при характеристике дизельного топлива и авиационного керосина. Известно, что для увеличения октанового числа (ОЧ) топлив применяют как зольные, так и беззольные антидетонационные добавки. Известными, но мало применяемыми в настоящее время зольными антидетонационными добавками являются органические соединения марганца, железа, хрома, меди, кобальта, никеля, свинца и т.д. Большую значение приобретают многофункциональные присадки на базе антидетонационных. Эти композиции, обладающие различными функциями и высокой эффективностью, часто обладают синергизмом, т. е. компоненты, входящие в состав композиции, дают больший эффект, чем можно ожидать по правилу аддитивности. При подборе композиций присадок следует стремиться к получению этого синергетического эффекта. Производство и ассортимент присадок к моторным топливам постоянно расширяются. Присадки и добавки вводятся в бензины различными способами и в разных точках его производства, но во всех случаях требуется обеспечить эффективное смешение их с топливом при наименьших энергетических и трудовых затратах.

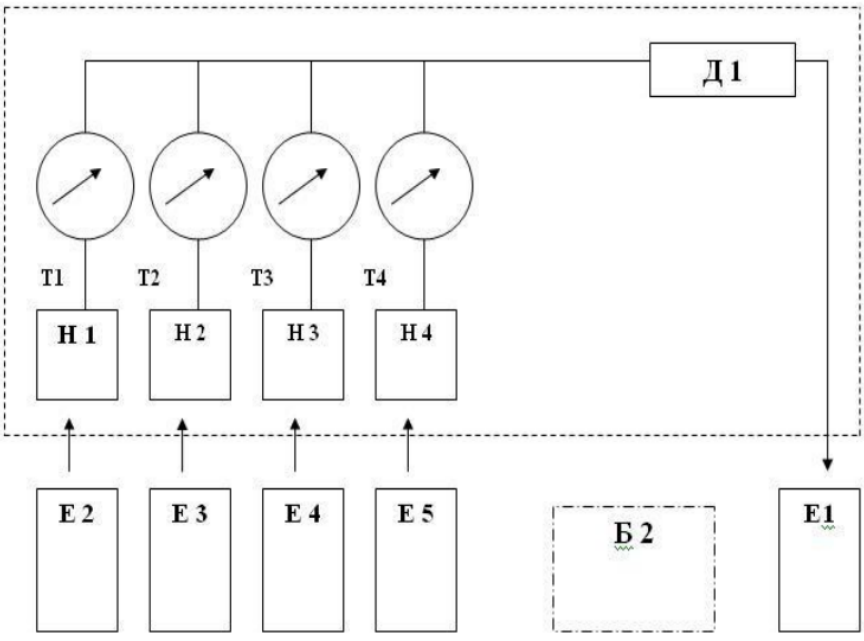


Рис. 1.Технологическая схема установки компаундирования бензинов

Процесс компаундирования товарных бензинов является рациональным способом приготовления бензинов, так как позволяет получать продукцию, отвечающую строгим требованиям ГОСТ и наиболее полно использовать имеющиеся ресурсы бензиновых фракций, получаемых на различных процессах переработки нефти.

Установка (рис. 1) включает в себя контур насосной станции, имеющий 3 насоса перекачки нефтепродуктов с разной производительностью (каждая из 3-х технологических линий оснащена фильтрами для очистки подаваемых компонентов от механических примесей), струйно-вихревой проточный реактор-смеситель, систему контроля перекачки объёмов нефтепродуктов и компонентов, систему запорной арматуры, систему счёта объёмов по задаваемой программе и систему автоматического отключения при перекачке заданного объёма. В состав установки входит программно-операторское устройство, которым задаётся программа (объёмы) перекачивания, смешивания объёмов бензинов и компонентов.

---

1. Ситдикова А. В., Ковин А. С., Рахимов М. Н. Современные тенденции в развитии каталитического крекинга и его роль в нефтепереработке России //Нефтепереаб. и нефтехимия. - 2009 - № 6 - С. 3-6, 46

УДК 538.945

САФОНОВА В.Ю., ГОРДЕЕВА А.В., БЛАГОДАТКИН А.В., ПИМАНОВ Д.А., ЯБЛОКОВ А.А., ПАНКРАТОВ А.Л.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК ГАФНИЯ РАЗЛИЧНОЙ ГЕОМЕТРИИ ДЛЯ TES МИКРОКАЛОРИМЕТРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Криогенные микрокалориметры на сегодняшний день способны измерять энергии порядка нескольких эВ. Наиболее распространенными являются микрокалориметры на краю сверхпроводящего перехода (TES) [1]. Важным для них показателем является энергетическое разрешение, которое зависит от температуры сверхпроводящего перехода (T_C ~ 100 мК) и ширины перехода. Перспективным материалом для изготовления TES является гафний с T_C чуть больше 100 мК.

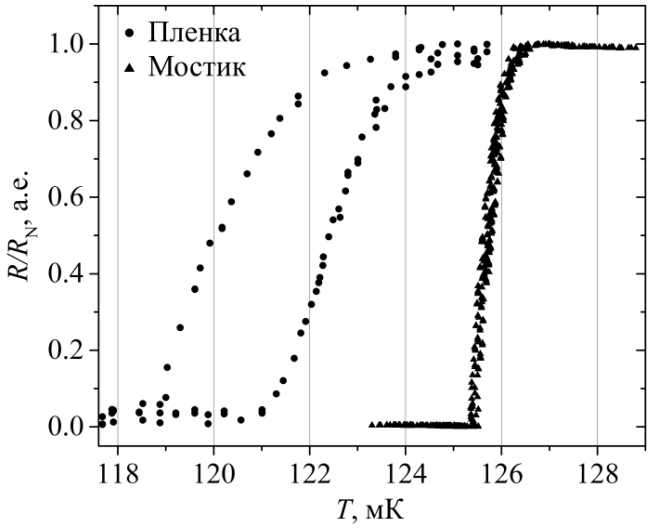


Рис. 1. Зависимости сопротивления от температуры пленки (точки) и мостика (треугольники) из гафния и титана

В данной работе проведены экспериментальные исследования пленок гафния с различными толщинами и дополнительными слоями из других металлов [2]. Для корректной работы микрокалориметра важна стабильность его свойств во времени. Ее удалось достичь с помощью верхнего слоя из титана, создающего прочную защиту своим оксидом.

Также изготовлены и измерены квадратные мостики различных размеров. Проведено сравнение зависимости сопротивления от температуры для пленки размером 7×7 мм и мостика размером 100×100 мкм (рис. 1). Мостик обладает более резким переходом, чем пленка. Этого удалось достичь благодаря малым размерам структуры и отводу тепла с помощью проводящих линий.

На основе данных квадратных мостиков планируется разработка TES микрокалориметров с энергетическим разрешением менее 0,01 эВ. С помощью таких детекторов предполагается исследование свойств нейтрино – мельчайших частиц Вселенной.

Исследование выполнено в рамках научной программы Национального центра физики и математики, направление № 8 «Физика изотопов водорода».

Библиографический список

1. Gottardi, L. A Review of X-ray Microcalorimeters Based on Superconducting Transition Edge Sensors for Astrophysics and Particle Physics / L. Gottardi, K. Nagayashi // Appl. Sci. - 2021. - № 11. - С. 3793.
2. Safonova, V.Y. Investigation of Hafnium Thin Films for Design of TES Microcalorimeters / V.Y. Safonova, A.V. Gordeeva, A.V. Blagodatkin, D.A. Pimanov, A.A. Yablokov, O.L. Ermolaeva, A.L. Pankratov // Materials. - 2024. - № 1. - С. 222.

УДК 66.088

УДАЛОВ А. А., ТИТОВ Е. Ю.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ СМЕСИ МАЗУТА С ЭТАНОЛОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Непрерывный рост мирового спроса на энергию приводит к постоянному поиску новых топливных ресурсов или к разработке новых, более глубоких, методик переработки, тяжёлых нефтей. Запасы, которых значительно превышают ресурсы легких углеводородов и составляют около 70% общих запасов и может служить альтернативой существующим природным энергоносителям. На данный момент все еще существует проблема их переработки из-за низкого содержания легких фракций, высокого содержания гетероатомных соединений и др. Технологии, используемые в современной нефтяной отрасли (висбрекинг, каталитический крекинг, замедленное коксование) не могут обеспечить необходимую глубину переработки и требуют поддержания высоких температур в ходе процесса, использования катализаторов, с чем и связаны большие капиталовложения в производство. Плазменный пиролиз позволяет проводить процесс в относительно мягких условиях и с нулевыми выбросами углекислого газа, при условии использовании альтернативной электроэнергии. Использование этанола в качестве допирующего компонента обусловлено высоким соотношением водорода к углероду и присутствием кислорода, что делает его хорошим донором водородных и кислородных радикалов [1].

В работе приведены результаты экспериментов плазменного пиролиза мазута и мазута в присутствии этанола, при варьировании содержания спирта в реакционной среде наблюдался рост конверсии с 18,3 до 32,4%.

В качестве сырья использовались этанол чистотой 97% и мазут с установки АВТ-6 с характеристиками: плотность – 0.905 г/см3, вязкость – 31.2 мм2/с, содержание серы – 2.7

%масс [2]. Мазут с водой смешивались при помощи ультразвукового диспергатора в течение 1 минуты. Плазмохимический пиролиз проводился при давлении 2 атм. и температуре 70-90℃ на многосекционной установке, которая включает в себя систему управления, источник постоянного тока, а также блок улавливания и отвода газообразных продуктов, из которых основными являются водород, ацетилен, метан, этилен, пропан и пропен, выход которых так же увеличился относительно пиролиза мазута без допирующих компонентов. Делая вывод, пиролиз мазута в присутствии этанола увеличивает конверсию процесса и выход высоко востребованных газообразных продуктов.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда 24-23-00351, https://rscf.ru/project/24-23-00351/.

Библиографический список

1. Liru Wang. Study on n-hexadecane cracking with introducing water by pulsed discharge in liquid / Bing Sun, Xiaomei Zhu, Yanbin Xin, Zhiyu Yan // Fuel 2021, 293, 120400.
2. Titov E.Y. Non-Thermal Plasma Pyrolysis of Fuel Oil in the Liquid Phase / Bodrikov I.V., Vasiliev A.L., Kurskii Y.A., Ivanova A.G., Golovin A.L., Shirokov D.A., Titov D.Y., Bodrikova E.R. // Energies 2023, 16, 4017.

УДК 66.011

ФЕФИЛОВ А. А., КУРСКИЙ Ю. А.

ПРОЕКТ БЛОКА ОЧИСТКИ ВСГ ДЛЯ УСТАНОВКИ ГИДРООЧИСТКИ ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Дизельное топливо является одним из важнейших моторесурсов для экспорта из РФ в страны Европейского союза, где с 2015 года действует стандарт Евро-6, допускающий остаточное содержание серы в моторном топливе не более 10 ppm. Гидроочистка топлив остаётся важнейшим процессом для удаления серосодержащих соединений. Как известно, процесс проходит при высоких температурах и давлениях при наличии катализаторов в среде водородсодержащего газа (далее ВСГ), где концентрация водорода составляет обычно около 70-80 % об. Из-за низкого содержания водорода для более глубокой очистки приходиться увеличивать кратность циркуляции ВСГ до более высоких значений (т.е. возрастает количество подаваемого газа на единицу объёма очищаемого топлива), а также уменьшается срок работы каталитической системы. Отработанный ВСГ далее идёт на продувку и направляется на сжигание на факельную установку. Одним из вариантов обеспечения предприятия и гидрогенизационных процессов необходимым количеством водорода высокой концентрации является проектирование и размещение блока очистки с помощью короткоцикловой адсорбции (далее КЦА) ВСГ от примесей предельных углеводородов C_1-C_5, перед его подачей на установку гидроочистки.

В работе приведено моделирование технологической схемы с потоками и расчётом технических характеристик оборудования в ПО «AVEVA PRO/II Simulation 2022». Перечень размещаемого оборудования включает: 2 кожухотрубных теплообменника, 3 сепаратора, 6 вертикальных адсорберов с неподвижным слоем адсорбента, 2 компрессора. Расчётная производительность блока КЦА – 60000 $м^3$/ч по сырьевому газу.

В качестве сырья использовался заводской отходящий газ (ЗОГ) с установок ЛЧ-35/11-600, ЛЧ-24/2000, ЛФ-35/21-1000 с содержанием водорода – 30.33 % масс. ЗОГ с температурой 100 ℃ и давлением 2.16 МПа сначала охлаждается в теплообменнике и проходит

через сепаратор в ёмкость адсорбера. Процесс КЦА проходит при 45 °С и 2.1 МПа. Адсорбент – цеолит 13Х. Установка КЦА использует метод, в котором примеси из технологического газа адсорбируются при высоком давлении сырьевого газа, и затем десорбируются при низком давлении в повторяющемся цикле с двумя основными шагами (адсорбция и регенерация) практически без изменения температуры [1]. Каждый адсорбер циклически выполняет аналогичные последовательности действий адсорбция/регенерация. Продуктами блока КЦА служат водород концентрацией 99.99 % об. и хвостовой газ. Водород далее направляется на установку гидроочистки дизельного топлива ЛЧ-24/2000, а хвостовой газ в топливную сеть НПЗ. Результаты проекта предполагают увеличение выпуска дизельного топлива, как это было уже в ранее реализованных проектах в России в компании ООО «Газпром нефтехим Салават» на территории завода «Мономер» в 2018 году.

1.Борейко, Д.А. Анализ существующих технологий конверсии отходящих газов газоперерабатывающих производств в товарный водород / Д.А. Борейко, А.А. Белякова // Сфера. Нефть и газ – 2023. - № 89. – С.46-50.

УДК 66.013

ШВЫРКАЕВ И.О., КУРСКИЙ Ю.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ВЫДЕЛЕНИЯ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ ИЗ ПИРОКОНДЕНСАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ароматические соединения используются для получения синтетических каучуков, пластмасс, синтетических волокон, красителей, поверхностно-активных веществ (ПАВ), инсектицидов. Могут применяться также в качестве растворителей и экстрагентов в производстве лаков и красок.

Мировая практика выделения ароматических углеводородов из пироконденсата базируется на применении технологий экстрактивной ректификации (Morphylane ThyssenKrupp, Distapex Lurgi, GT-BTX GTC) и гидродеаклилирования алкилароматических углеводородов (Detol, Litol, Pyrotol, Axens) [1]. В России применяют термическое или каталитическое гидродеалкилирование заранее гидрированной бензол-толуол-ксилольной фракции (рис. 1).

Пироконденсат направляется в вакуумную ректификационную колонну, где с верха выделяют бензол-толуол-ксилольную фракцию. БТК-фракцию подают в реакторы на гидроочистку, включающую две стадии, в жидкой и/или газообразной фазах при давлении до 5 МПа и температуре до 300°С. Гидрогенизат смешивается с газовым потоком (водородсодержащим газом) и направляется в реакторы гидродеалкилирования. В результате протекающих реакций в основном образуются метан, этан и бензол. Далее гидродеалкилат охлаждается и направляется в сепараторы и стабилизационную колонну, где удаляются водородсодержащий газ и растворённые лёгкие углеводороды. Стабилизированный гидродеалкилат направляется в ректификационную колонну, где происходит разделение на высококипящую и низкокипящую фракции. Низкокипящая фракция проходит тонкую очистку от следов олефинов на отбеливающей глине в адсорбере и направляется в ректификационную колонну. Где боковым погоном верхней части колонны отбирается товарный бензол. Кубовый продукт состоит преимущественно из толуола.

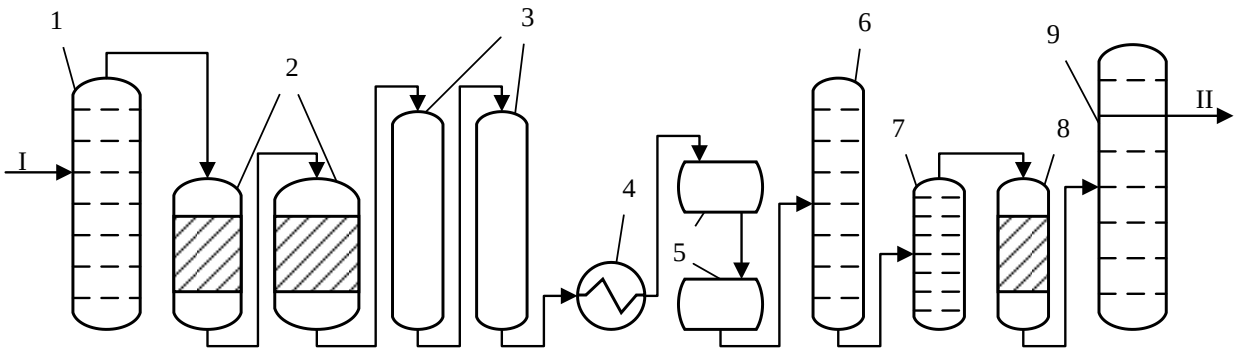


Рис. 1. Технология выделения бензола из пироконденсата:
1 – колонна выделения БТК-фракции, 2 – реакторы гидроочистки, 3 – реакторы гидродеалкилирования, 4 – холодильник, 5 – сепараторы, 6 – колонна стабилизации, 7 – колонна выделения низкокипящей фракции, 8 – адсорбер, 9 – колонна выделения товарного бензола; I – пироконденсат, II – товарный бензол

1.Производство основных органических химических веществ: информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М.: Бюро НДТ, 2019 – 423 с.

УДК 66.088

ШИРОКОВ Д. А., ТИТОВ Д. Ю., ЯКОВЛЕВ О. И.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ ПИРОЛИЗ СМЕСИ МАЗУТА С ВОДОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Истощение запасов легких углеводородных ресурсов приводит к разработке новых энергоэффективных методов переработки тяжелых нефтей, запасы которых составляют около 70% от общих. Существующие технологии не могут обеспечить необходимую глубину переработки тяжелых нефтей и нефтяных остатков, а также приводят к образованию высокого количества углекислого газа. Плазменный пиролиз нефтепродуктов в жидкой фазе является перспективным методом получения из тяжелых углеводородов ряда востребованных продуктов: водород, ацетилен, этилен и графит. Использование воды в качестве допирующего компонента позволяет снизить энергозатраты, а также увеличить выход высокомаржинальных продуктов. При плазменном пиролизе мазута, вода выступает донором радикалов водорода и кислорода [1].

В работе приведены результаты исследования влияния допирующего компонента (вода) на плазменный пиролиз смеси мазут-вода по сравнению с пиролизом мазута. При плазменном пиролизе смеси мазут-вода (5%масс.) происходит увеличение конверсии с 25.3 до 31.1 %масс. и уменьшение энергозатрат с 8.3 до 5.8 кВтч/кг.

В качестве сырья использовались дистиллированная вода и мазут с установки АВТ-6 с характеристиками: плотность – 0.905 г/см^3, вязкость – 31.2 мм^2/с, содержание серы – 2.7 %масс [2]. Мазут с водой смешивались при помощи ультразвукового диспергатора в течение 1 минуты. Плазмохимический пиролиз проводился при давлении 2 атм. и температуре 70-90°С на многосекционной установке, которая включает в себя систему управления, источник постоянного тока, а также блок улавливания и отвода газообразных продуктов. Ацетилен, легкая нафта, пропан-бутановая фракций, этилен являются основными газообразными продуктами при плазмохимическом пиролизе смеси мазута с водой. Из полученных в ходе

исследования данных можно сделать вывод, что использование воды в процессе плазменного пиролиза мазута приводит к увеличению выхода востребованных продуктов, используя при этом возобновляемую энергию, а также повышает конверсию.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда 24-23-00351, https://rscf.ru/project/24-23-00351/.

Библиографический список

1. Liru Wang. Study on n-hexadecane cracking with introducing water by pulsed discharge in liquid / Bing Sun, Xiaomei Zhu, Yanbin Xin, Zhiyu Yan // Fuel 2021, 293, 120400.
2. Titov E.Y. Non-Thermal Plasma Pyrolysis of Fuel Oil in the Liquid Phase / Bodrikov I.V., Vasiliev A.L., Kurskii Y.A., Ivanova A.G., Golovin A.L., Shirokov D.A., Titov D.Y., Bodrikova E.R. // Energies 2023, 16, 4017.

УДК 66-96

ШОРОНОВА В.В, БАЖАН Л.И.

ДОСТОИНСТВА ТЕХНОЛОГИИ ФЛЕКСИКОКИНГ ПО СРАВНЕНИЮ С ПРОЦЕССОМ ЗАМЕДЛЕННОГО КОКСОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наиболее актуальной проблемой в современной нефтепереработке, наряду с повышением качества нефтепродуктов и соблюдением экологической безопасности производства, остается увеличение глубины переработки нефти. Необходимо внедрять новые технологии, осуществляющие более совершенные в техническом и более чистые в экологическом отношениях безотходные процессы глубокой и комплексной переработки нефтяного сырья.

На сегодняшний день, наиболее изученным процессом углубления нефтепереработки является – замедленное коксование. В данном процессе помимо газа, дистиллятных фракций и тяжелого газойля, продуктом является крупнокусковой кокс, который в зависимости от качества может находить различное применение [1]. Однако процесс замедленного коксования имеет ряд существенных недостатков. В первую очередь, периодическое отключение и подключение камер коксования, что значительно сдерживает производительность установок и в связи с этим требует большой штат обслуживающего персонала. Проблемой является трудоемкость выгрузки и транспортирования кокса крупных размеров, а также большая металлоемкость конструкций. Установки замедленного коксования загрязняют окружающую среду (пыль, пропарка и охлаждение кокса – в атмосферу, водные стоки содержат фенолы, а также коксовую мелочь).

Этих недостатков лишен промышленно отработанный и экономически эффективный процесс непрерывного коксования – флексикокинг [2]. Главным преимуществом технологии является практически полностью отсутствие товарного кокса. Он объединяет в себе термический крекинг гудрона в кипящем слое циркулирующего кокса и последующую газификацию паровоздушной смесью коксовых частиц с образованием топливного газа. После стадии газификации кокса образуется флексигаз, являющийся топливом для генерации тепловой и электрической энергии на собственной подстанции завода.

Использование данного процесса в переработке позволит полностью обеспечить малосернистым топливом нужды завода и ТЭЦ, снабжающей предприятие электроэнергией и паром. Процесс флексикокинг позволит получать из кокса полностью очищенное топливо.

При проведении процесса флексикокинг, суммарный выход жидких (75,54 % масс.) продуктов выше, чем при замедленном коксовании (74,80 % масс.). Поэтому для увеличения глубины переработки, а также исключения проблем со складированием, отгрузкой, транспортировкой огромного количества кокса, предприятию следует отдать предпочтение бо-

лее современной технологии – флексикокинг, результатом переработки гудрона при которой становится дополнительное количество фракций, а также флексигаз, выступающий в качестве топлива для собственного энергоблока завода.

Библиографический список

1. Валявин Г.Г. Современные и перспективные термолитические процессы глубокой переработки нефтяного сырья/ Г.Г. Валявин, Р.Р. Суюнов, С.А. Ахметов, К.Г. Валявин// С.-Пб.: Недра, 2010. — 224 с.
2. Хаджиев С.Н. Будущее глубокой переработки нефти: сделано в России/ С.Н. Хаджиев, Х.М. Кадиев // The Chemical Journal. — 2009, сентябрь. — С. 34-37.

УДК 66.011

ЯКОВЛЕВ О.И. ТИТОВ Е.Ю. СЕРОВА Е.С.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БЛОКА РЕГЕНЕРАЦИИ МДЭА УСТАНОВКИ АМИНОВОЙ ОЧИСТКИ ПРИРОДНОГО ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Очистка углеводородных газов от кислых компонентов является одной из важных стадий производства низкосернистого топлива. Высокая сложность очистки газов связана с высоким содержанием кислых компонентов, паров воды, механических примесей и многокомпонентным углеводородным составом [1].

Одним из эффективных методов очистки кислого газа в настоящее время является абсорбционная очистка с использованием алканоламинов [2]. Основной причиной широкого распространения абсорбционных методов является сохранение эффективности абсорбента при любом начальном содержании примесей в сырье. Более того, процессы с использованием растворов алканоламинов отличаются высокой степенью очистки, независимо от парциального давления кислых компонентов, и низкой абсорбцией углеводородных компонентов сырья, что гарантирует высокое качество очищенного потока и товарной серы, получаемой при регенерации абсорбента.

Проведено моделирование блока регенерации МДЭА (рис. 1) с целью оптимизации процесса очистки природного газа от кислых компонентов. Определены оптимальные технологические режимы работы блока регенерации МДЭА, составлен материальный и тепловой баланс, рассчитана экономическая эффективность процесса.

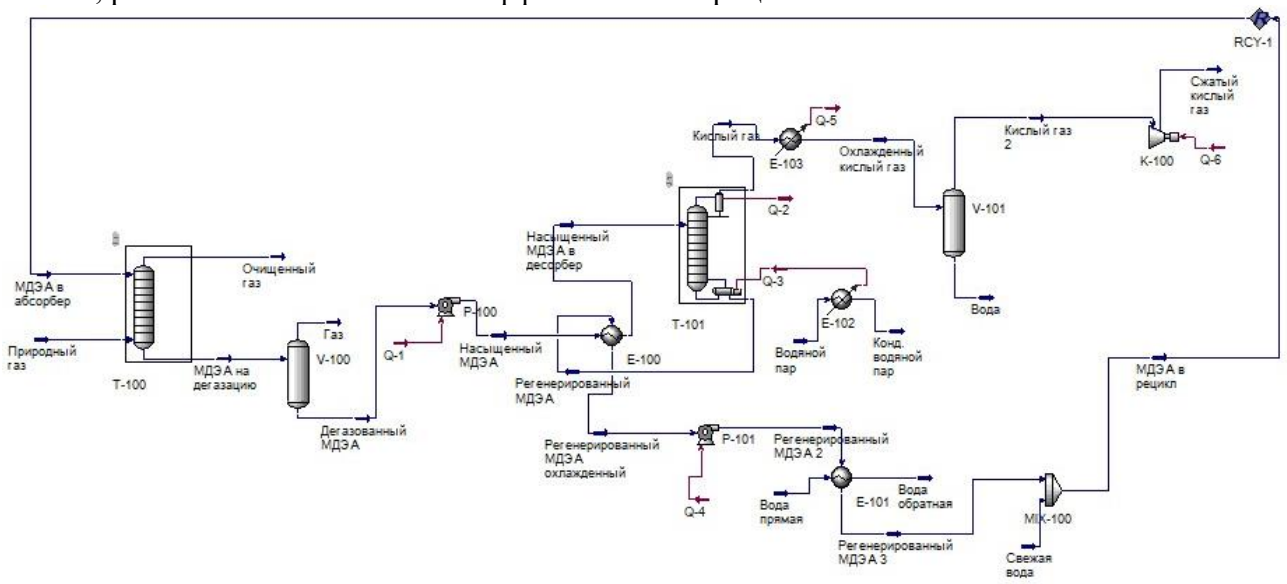


Рис.1. Технологическая схема регенерации насыщенного водного раствора МДЭА

Библиографический список

1. С. К. Чуракова. Исследование эффективности и энергозатрат в процессах абсолюционной очистки кислых газов / Р. А. Шухтуев, Т. И. Маннанов // Башкирский химический журнал. 2018г. Том 25. №3.
2. Б. Ж. Сафаров Методы очистки углеводородных газов от кислых компонентов / С. Б. Усманов, А.Р. Хафизов, Б.Н. Сирожков // Universum: технические науки электрон. научн. журн. 2022 г. №11(104).

УДК 665.633

БЫКОВА А.А.

ПРОИЗВОДСТВО РИФОРМИНГА ПРЯМОГОННОГО БЕНЗИНА В ПОДВИЖНОМ СЛОЕ КАТАЛИЗАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Каталитический риформинг бензиновых фракций нефти является основным процессом современной нефтепереработки и предназначен для производства высокооктанового компонента автобензина. Процесс каталитического риформинга используется в мировой нефтепереработке более 50 лет, его мощности в структуре мирового нефтеперерабатывающего комплекса составляют 11,8 % от первичной перегонки нефти, а в России — 11,3 %, т.е. вся прямогонная бензиновая фракция 85—180 °С подвергается риформингу.

В настоящее время в мире эксплуатируются около 700 НПЗ, которые в своей структуре имеют примерно 1500 установок каталитического риформинга суммарной мощностью около 500 млн т в год. Технология процесса реализуется по трем вариантам, различающимся способом регенерации катализатора: с периодической (около 1000 установок), циклической (около 250 установок) и непрерывной (около 260 установок) регенерацией катализатора.

Наиболее распространен риформинг в стационарном слое катализатора (нерегенеративный способ); продолжительность работы катализатора между регенерацией достигает 360 суток. В последнее время уделяется внимание процессу риформинга с непрерывной регенерацией движущегося катализатора. В этом процессе три реактора расположены друг над другом и выполнены в виде одной конструкции. Катализатор из первой (верхней) секции реактора перетекает во второй, затем в третий. Из последнего реактора катализатор подается в специальный регенератор и после регенерации вновь поступает в первый реактор. Таким образом осуществляется непрерывный процесс, при этом удается поддерживать более высокий средний уровень активности катализатора, чем в системах со стационарным катализатором. Возможность постоянной регенерации катализатора позволяет обеспечить межремонтный пробег установок до четырех лет.

Основное преимущество технологии риформинга с движущимся слоем катализатора - обеспечение оптимальных условий протекания процесса при низком давлении (до 0,35 МПа) и высокой температуре (до 550 °С), что позволяет достичь октанового числа риформата до 106 ИМ при его выходе до 92 мас.%.

В работе приведены расчеты реакционного блока каталитического риформинга бензина с движущимся слоем катализатора. Рассчитан материальный, тепловой баланс реактора, основные размеры реакторного блока установки.

Исходные данные для расчета [1]: производительность реактора по сырью - 3600 т/сут., температура реакции - 500 ^{o}С, давление в начале процесса (на входе в реактор) - 1,6 Мпа, объемная скорость подачи сырья - 5 $ч^{-1}$, количество циркулирующего водородосодержащего газа - 1500 $нм^3/м^3$, число секций реактора – 3.

Исходя из расчёта можно предположить, что использование технологии риформинга в подвижном слое катализатора внесет большой вклад в развитие мировой нефтепереработки.

---

1. Кузнецов А. А. Расчеты процессов и аппаратов нефтепербрабатывающей промышленности / Кузнецов А. А., Кагерманов С. М., Судаков Е. Н.—Изд. 2-е, пер. и доп, Л., «Химия», 1974.—344 с.

УДК 620.197.

ВОЛКОВА А.В., ИСАЕВ В.В.

МЕХАНИЗМ ФОРМИРОВАНИЯ ОКСИДНОЙ ПЛЁНКИ НА АЛЮМИНИИ В РАСТВОРАХ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алюминий имеет стандартные потенциалы электродных превращений:

$Al = Al^{3+} + 3e$ $\varepsilon = -1{,}663$ В

$Al + H_2O = Al(OH)_3 + 3H^+ + 3e$ $\varepsilon = -1{,}471$ В

$Al + H_2O = AlO_2^- + 4H^+ + 3e$ $\varepsilon = -1{,}262$ В [1]

Он, как активный металл, при попадании в водный раствор может химически взаимодействовать с растворителем с выделением водорода:

$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2$

При анодной поляризации алюминий растворяется и катионы алюминия переходят в раствор. За счёт замедленного отвода от поверхности анода они накапливаются и подвергаются гидролизу по реакции:

$Al^{3+} + H_2O = Al(OH)_3 + 3H^+$

Осадок гидроксида алюминия плохо растворим ($Пр(Al(OH)_3 = 5{,}1 \cdot 10^{-33}$), представляет коллоидные мицеллы, заряженные отрицательно за счет адсорбировавшихся на поверхности ионов AlO_2^-. Такой гелеобразный слой под действием электрического поля упорядочивается, уплотняется и обладает высоким электрическим сопротивлением. Под действием выделяющегося джоулева тепла плёнка может обезвоживаться:

$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$

Потенциал анода при оксидировании алюминия не остаётся постоянным и колеблется от 11,2 В до 15,2 В. Такие пульсации потенциала обусловлены двумя протекающими на аноде процессами: первым – формированием и ростом оксидной плёнки, что приводит к росту анодного потенциала; вторым – растворением оксидной плёнки в серной кислоте, что снижает анодную поляризацию:

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$

Поверхность оксида алюминия неоднородна. Одни участки поверхности более активны, на них растворение происходит быстро, что приводит к резкому снижению анодной поляризации, другие – менее активны, за счет формирования оксидной плёнки напряжение на этих участках возрастает [2].

Оксидная плёнка состоит из тонкого барьерного слоя (призмы), примыкающего к металлу, и наружного, пронизанного многочисленными порами. В призме наблюдается химическая неоднородность Al_2O_3. В центре призма находится более химически активная модификация Al_2O_3, на периферии – более устойчивый γ-оксид. Разрушение барьерного слоя происходит избирательно: в центре ячейки, где имеется аморфный оксид, растворение плёнки

происходит с большей скоростью. Часть ячейки, где имеется устойчивый оксид, плёнка электролитом не разрушается. В процессе оксидирования этот слой утолщается.

Проведенные импедансные исследования с применением импедансметра Z-500, позволили рассчитать активную ($R_ф$) и реактивную ($1/\omega C_ф$) составляющие фарадеевского импеданса с изменением круговой частоты переменного тока ($\omega^{-0,5}$).

Полученные зависимости позволили найти эквивалентную электрическую схему границы электрод-раствор.

Библиографический список

1. Справочник химика, т.3.Издательство «Химия», М-Л, 1965 – 1005 с.
2. Аверьянов Е.Е. Справочник по анодированию. – М.: Машиностроение. 1988. – 224 с.: ил.

УДК 669

ЕРМАКОВА Ю.А, АНАНЬЕВА Е.Ю.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОКОМПЕНСАТОРА ТИПА «СЭНДВИЧ» МАРКИ МД-50 ПРИ ЗОЛОЧЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Термокомпенсаторы типа «сэндвич» предназначены для компенсации температурной зависимости сопротивления электрических цепей. Медно-молибденовые псевдосплавы используются в производстве метало-оксидных полупроводников, имеющих поверхностную диффузию, гетеро-транзисторов и полевых транзисторов для сверхвысоких и миллиметровых частот, монолитных интегральных схем СВЧ — диапазона, биполярных приборов, контейнеров для упаковки лазерных диодов и оптоэлектроники, блоков электропитания[1].

Псевдосплавы медь молибден МД – это композиция, получаемая в результате объединения в одном материале двух металлических компонентов (медь и молибден), резко различающихся по физико-химической природе, температурам плавления (температура плавления меди 1083 °С, температура плавления молибдена 2620 °С). Согласно ТУ 11-78 Яе0.021.14 марка псевдосплавов МД-50 в своем составе содержит меди- до 50%, молибдена — до 50% и примесей не больше 0,04 [2].

Основным нововведением предварительной подготовки является выравнивание поверхности путем механической и химической обработки. Механическая подготовка поверхности должна проводиться в несколько этапов с использованием паст Гои. То есть полировка должна проводиться с уменьшением размера частиц. В таблице приведены данные до полировки основы и после нее.

Таблица 1. **Данные до полировки**

Сторона	Класс шероховатости	Среднеарифметическое отклонение, мкм	Высота неровностей по 10 точкам, мкм
1 край	10б	0,126	2,48
1 середина	9в	0,221	1,55
2 край	9в	0,106	1,5
2 середина	9в	0,247	2,24

Таблица 2. **Данные после полировки**

Сторона	Класс шероховатости	Среднеарифметическое отклонение, мкм	Высота неровностей по 10 точкам, мкм
1 край	10б	0,131	1,16
1 середина	10б	0,143	1,65
2 край	10б	0,113	1,23
2 середина	10б	0,143	2,16

При химической обработке основным нововведением является изменение состава ванны травления, так как имеется проблема стравливания слоя меди и молибдена. Поэтому целесообразнее использование раствора щелочного железосинеродистого калия, состава [3]:

$K_3Fe(CN_6)$-200 г/л

NaOH-50 г/л

Температура раствора- 50-60°С. Время обработки 40 секунд.

При травлении молибдена и его сплавов в растворе железосинеродистого калия на поверхности сплава появляются слои меди, которые позволяют без активации в растворе химического паладирования проводить осаждение путем восстановления никеля из раствора химического никелирования. Слои меди появляются из-за того, что с калием железосинеродистым взаимодействует не только окись молибдена, но и сам молибден и при этом слои меди остаются незатронутыми. Таким образом, нет необходимости в последующей стадии меднения, что не только уменьшает время всего процесса, но и уменьшается количество слоев и неровностей на термокомпенсаторе.

Библиографический список

1. Никитин А.С. Термокомпенсаторы. М.: Высшая школа, 2012.
2. ТУ 11-78 Яе0.021.145- Псевдосплав МД 50.
3. ГОСТ 6816-79- Калий железистосинеродистый технический.

СЕКЦИЯ 10

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 681.5

БАЗЫКИН Д.Ю., КЕЧКИНА Н.И.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНГЛИКОЛЕЙ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Полиэтиленгликоли низкомолекулярные применяются в производстве моющих средств, текстильной, каучуковой, металлообрабатывающей промышленностях, в фармакологии, косметической и другой отраслях. Полиэтиленгликоли низкомолекулярные представляют собой продукты полимеризации окиси этилена с этиленгликолем или полиэтиленгликолем с более низкой молекулярной массой.

В действующем производстве в качестве стартового вещества при получении полиэтиленгликолей используется моноэтиленгликоль. В качестве основного катализатора используется водный раствор едкого натра с массовой долей основного вещества не менее 45 %. В качестве нейтрализатора используется уксусная кислоты. Основная реакция протекает в диапазоне температур 80 – 155 ˚С и давлении в основном аппарате не более 0,55 МПа и является экзотермической.

Рассматриваемый процесс является периодическим, т.е. проводится так, чтобы все последовательные действия, включенные в технологию, выполнялись бы в соответствии с регламентом производства и разделялись по временной координате.

Основным аппаратом в данном процессе является реактор, назначение которого – проведение химической реакции с целью получения полиэтиленгликолей низкомолекулярных. Целью функционирования объекта является получение продукта заданного качества. Исходя из цели функционирования, основной переменной состояния является качество продукта на выходе из аппарата.

Особенностью периодического процесса как объекта управления является то обстоятельство, что исходное сырье загружается в аппаратуру единовременно, поэтому наиболее характерное для непрерывных процессов возмущающее воздействие, состоящее в изменении состава исходного сырья, для него отсутствует. Задачи управления, связанные с компенсацией возмущающих воздействий, для периодических процессов являются неактуальными.

Объем в рассматриваемом случае стабилизирован, т.е. не являются переменным. Увеличение давления и температуры внутри реактора оксиалкилирования и реакционном контуре ведет к сокращению времени реакции, более узкому интервалу молекулярной массы конечного продукта, но одновременно данные факторы ухудшают качество конечного продукта.

Обеспечение заданного значения качества выходного продукта $x^{зад}$ – основная цель функционирования объекта. В этом случае показателем эффективности объекта является значение состава x. Критерий эффективности химико-технологического процесса можно записать в форме

$$R = \left(x^{зад} - x\right)^2. \quad (1)$$

Задача управления реактором заключается в обеспечении минимума величины критерия эффективности R, т.е. система управления должна поддерживать режим работы аппарата, при котором $R \rightarrow \min$ (в пределе $R = 0$).

В процессе возникают проблемы оценки качества продукта, что связано с необходимостью в процессе синтеза осуществлять отбор пробы и проводить ее анализ в лабораторных условиях. Все операции, связанные с взятием пробы требуют разгерметизации реактора, потери температуры и рабочего времени. Подобные действия отрицательно сказываются на качестве продукта. Для достижения минимума величины критерия эффективности необходимо разработать алгоритм программно-логического управления стадией реакции, отражающий возможности автоматического определения готовности продукта, смены стадий процесса, осуществления необходимых блокировок и сигнализации.

УДК 681.2.08

БАСКАКОВ В.А.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОГРУЖНОГО ДОПЛЕРОВСКОГО ДАТЧИКА ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ДВУХФАЗНОЙ СРЕДЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Измерение параметров двухфазных сред является актуальной и сложной задачей в различных промышленных и научных областях. В этом контексте иммерсионные ультразвуковые доплеровские погружные датчики привлекают внимание и представляют собой перспективное решение для таких задач [1]. Однако их применение сопряжено с определенными сложностями, которые необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации этих систем.

Иммерсионные ультразвуковые доплеровские погружные датчики измеряют параметры движения двухфазной среды на основе доплеровского эффекта. Они отправляют ультразвуковой сигнал в среду и измеряют частоту его отражения, которая изменяется в зависимости от скорости и направления движения частиц в среде.

Датчики обладают высокой точностью измерений и могут работать в различных условиях, включая агрессивные среды и широкий диапазон температур и давлений. Однако измерение двухфазной среды с использованием этих датчиков представляет определенные сложности.

Измерение двухфазной среды требует учета неоднородности состава, многофазных эффектов, акустических помех, необходимости калибровки и ограничений по геометрии среды [2]. Эти факторы могут оказывать влияние на качество измерений и требуют разработки специализированных методов обработки данных для получения достоверных результатов [3].

Использование иммерсионных ультразвуковых доплеровских погружных датчиков представляет собой перспективное решение для измерения двухфазных сред. Несмотря на сложности, связанные с этим методом измерения, современные технологии и методы обработки данных позволяют эффективно преодолевать многие из них, делая эти датчики важным инструментом для различных промышленных и научных приложений.

Библиографический список

1. Hansen, L.S., Pedersen, S., Durdevic, D.. Multi-Phase Flow Metering in Offshore Oil and Gas Transportation Pipelines: Trends and Perspectives // May 2019. Sensors 19(9):2184

2. Гершман Э.М., Пругло Д.С., Фафурин В.А., Борисов А.А., Сабирзянов А.Н. Измерение расхода двухфазных потоков ультразвуковыми расходомерами // Труды Академэнерго, 2017, №1, с. 30-41.
3. Coutinho F.R., Ofuchi C.Y., Ramos L.V., Neves F., Morales R.E.M.. A New Method for Ultrasound Detection of Interfacial Position in Gas-Liquid Two-Phase Flow // Sensors 2014, №14, p. 9093-9116

УДК 681.5

БЕЛОВ Я.Н., КЕЧКИНА Н.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ АБСОРБЦИОННОЙ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА СОЛЯНОЙ КИСЛОТЫ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Области применения абсорбционных процессов в химической и смежных отраслях промышленности весьма обширны. В промышленности процессы абсорбции применяются главным образом для извлечения ценных компонентов из газовых смесей или для очистки этих смесей от вредных примесей.

Эффективное регулирование различных параметров является ключевым аспектом обеспечения стабильности и качества производства. Одним из важных элементов автоматизации является контроль и управление температурой, составом газов, а также уровнем в различных аппаратах и системах. В данном контексте рассматриваются методы и технологии регулирования концентрации извлекаемого компонента в насыщенном абсорбенте, процесса изотермической абсорбции, регулирование состава абсорбента, поступающего в абсорбционную колонну.

Один из методов регулирования концентрации извлекаемого компонента в абсорбенте заключается в измерении концентрации компонента в рециркулирующем потоке абсорбента с помощью средств измерений. Эти данные поступают на контроллер, который анализирует их и при необходимости выдает управляющий сигнал для регулирования процесса, направляемый на специализированные клапаны или насосы, которые позволяют регулировать расход абсорбента для поддержания оптимальной концентрации извлекаемого компонента.

Изотермическая абсорбция – это процесс поглощения одного вещества (компонента) другим при постоянной температуре. Для эффективного регулирования процесса изотермической абсорбции можно применять различные методы и технологии. Одним из ключевых аспектов регулирования процесса изотермической абсорбции является поддержание стабильной температуры в системе. Для этого используются специализированные терморегуляторы, которые контролируют температуру в реакционном сосуде или аппарате. Регулирование температуры позволяет оптимизировать скорость химической реакции, а также эффективность поглощения компонента. Общие подходы к регулированию процесса изотермической абсорбции включают в себя комплексный подход к контролю температуры, концентрации и давления, а также использование автоматизированных систем управления, которые обеспечивают стабильность и эффективность процесса.

В качестве еще одного метода подержания концентрации извлекаемого компонента выделяют регулирование состава абсорбента, поступающего в абсорбционную колонну. Для улучшения процесса абсорбции в абсорбционной колонне требуется контроль состава абсорбента, который поступает в систему. Отработанный абсорбент, содержащий компоненты из газовой смеси, может негативно влиять на абсорбционный процесс. Для решения этой проблемы необходимо регулярно удалять отработанный абсорбент из системы и добавлять туда свежий абсорбент. Этот процесс осуществляется с помощью специальной емкости, установ-

ленной между абсорбером и десорбером. Для стабилизации состава абсорбента, поступающего в абсорбер, производится изменение расхода свежего абсорбента. Регулятор уровня поддерживает баланс между объемом свежего и отработанного абсорбента, который выводится из системы и воздействует на расход удаляемого абсорбента.

Эффективное управление и регулирование концентрации извлекаемого компонента в абсорбенте важно для обеспечения стабильности процесса, эффективного использования ресурсов и обеспечения требуемого качества продукции.

УДК 62-831

БЛИНОВ А.А

АНАЛИЗ УЗЛА КРЕПЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОГО ПРИВОДА И АЭРОДИНАМИЧЕСКОЙ ПОВЕРХНОСТИ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Основной тенденцией развития авиации в XXI веке является переход к концепции самолета с полностью или частично электрифицированным оборудованием, как следствие появилась необходимость разработки системы управления удовлетворяющей данной концепции [1].

В статье описан анализ узла крепления для системы электромеханического привода (ЭМП) служащей для перемещения аэродинамической поверхности летательного аппарата (ЛА) в балансировочное положение на всех этапах и режимах полета [2].

Узел крепления ЭМП представляет собой карданный подвес, выполненный из титана марки ВТ23 и состоящий из двух частей (имеет два пути передачи нагрузки). Карданный подвес служит для установки ЭМП на ЛА и позволяет снимать изгибающие нагрузки, возникающие при перемещении аэродинамической поверхности.

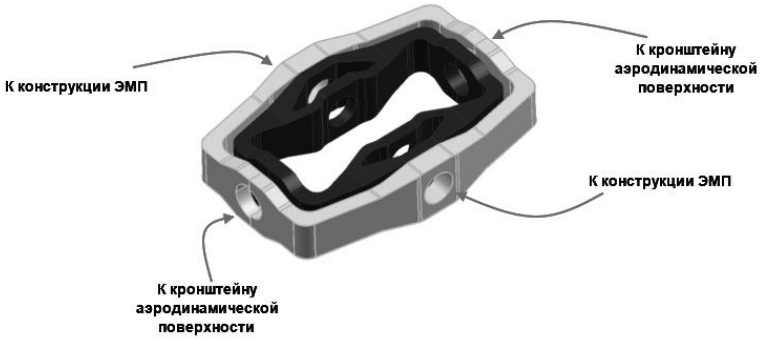


Рис. 1. Внешний вид карданного подвеса

В процессе анализа была создана твердотельная модель штифта для имитации опирания проушины привода. Контактное взаимодействие моделировалось с учетом коэффициента трения между парой сталь-сталь и титан-сталь. Конечно-элементная модель выполнена из тетраэдрических solid-элементов с типовым размером грани 1-2 мм. В расчете использовалась опция large deflection для учета пластических свойств материала, так как при достижении напряжений близких к пределу прочности, в модели возникают деформации, которые во много раз больше упругих деформаций.

В оценке запаса прочности использовались первые главные напряжения и напряжения по Мизесу. Усилие от привода на карданный подвес составляет 53995 Н (эксплуатационное)

и 72475.5 Н (расчетное).

Коэффициент запаса по Мизесу и первым главным напряжениям для эксплуатационной нагрузки составляет 1.71 и 1.81. А для расчетной нагрузки 1.38 и 1.42 соответственно.

Подводя итог можно сказать, что статическая прочность карданного подвеса полностью удовлетворяет критериям прочности для случая эксплуатационной и расчетной нагрузки.

Библиографический список

1. Электрический самолёт: концепция и технологии/ А. В. Лёвин, С. М. Мусин, С. А. Харитонов, К. Л. Ковалёв, А. А. Герасин, С. П. Халютин. - Уфа: УГАТУ, 2014. 388 с.
2. Блинов, А.А. Разработка электромеханического привода летательного аппарата [Текст] / А.А. Блинов, А.В. Блинова // Наука молодых: сборник материалов XV Всероссийской научно-практической конференции, 22-23 декабря 2022 г. – Арзамас: АПИ НГТУ, 2022, с 57-60.

УДК 681.586

БОНДАРЬ С.Н.

ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ ДАТЧИК ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В настоящее время на отечественном рынке непрерывно возрастают требования, предъявляемые к датчикам датчика давления, относительно таких характеристик как: сроки непрерывной работы, удобство эксплуатации, а также точность измерений. Что в свою очередь обуславливает производителей разрабатывать новые конструктивные решения для создания наиболее эффективных и надежных датчиков.

Применение технологий микросистемной техники способствует решению данных проблем. Концепция производства датчиков давления подразумевает собой интеграцию конструктивного решения первичного преобразователя на кремниевой подложке. Так одним из наиболее перспективных направлений технологий микросистемной техники является область производства волоконно-оптических датчиков давления на базе микрооптоэлектромеханических систем.

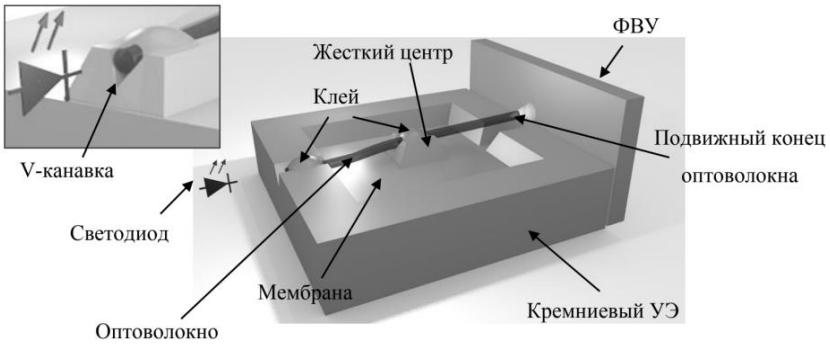


Рис. 1. Конструкция чувствительного элемента

Существует несколько типов и видов чувствительных элементов волоконно-оптических датчиков давления, которые различаются по типам преобразования. В частности, выделяют пассивное и активное преобразование. В настоящее время активное преобразование используется в основном в фотовольтаических датчиках, где оно обусловлено применением чувствительных элементов, таких как фотодиоды в обратном смещении. Для пассивно-

го преобразования могут применяться датчики рефлекторного типа, основанные на использовании решеток Брэгга и фотодиодов [1].

В докладе представлена оригинальная конструкция чувствительного элемента волоконно-оптического датчика давления (рисунок 1), включающая в себя две кремниевые мембраны с одним и двумя жесткими центрами, оптоволокно для подведения оптического излучения, а также кремниевую пластину фотовольтаического узла с интегрированным фоточувствительным элементом, который располагается перпендикулярно оси оптоволокна.

В ходе работы проведено исследование поведения чувствительного элемента при воздействии эксплуатационных нагрузок, а также при действии внешних вредных возмущений (вибрации), вносящих погрешность в результаты измерений.

При давлении 600 кПа прогиб жесткого центра измерительной мембраны составил 33,3 мкм, в свою очередь прогиб свободного конца оптоволокна составил 9,224 мкм, что обеспечивает необходимый показатель чувствительности датчика. Также определено, что вибрационное воздействие вдоль измерительной оси, оказывает незначительное влияние на систему и составляет не более 3%, относительно отклика системы при рабочем диапазоне измеряемого давления.

---

1. Варжель, С.В. Волоконные брэгговские решетки [Текст]/ С.В. Варжель; – СПб: Университет ИТМО, 2015. – 65 с.

УДК 681.5

БОРИСОВА О.И., ТРОФИМОВА И. Г.

ВЛАЖНОСТЬ ВОЗДУХА И СПОСОБЫ ЕЕ ИЗМЕРЕНИЯ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение
"Школа с углубленным изучением отдельных предметов № 85"

Целью работы является изучение понятия влажности воздуха и измерение влажности воздуха в домашних условиях без специальных приборов. В результате проведенных экспериментов устанавливается возможность определения влажности воздуха с помощью самодельных устройств с достаточной точностью.

В работе рассматривается три способа измерения влажности:

1) по стакану с водой,
2) по термометрам (психометрический метод),
3) по самодельному волосяному гигрометру.

Первый способ основан на принципе работы конденсационного гигрометра.

Если влажный воздух охлаждать, то при некоторой температуре находящийся в нем пар можно довести до насыщения. Температура, при которой водяной пар, находящийся в воздухе, становится насыщенным, называется точкой росы. Так как появление росы говорит о том, что пар стал насыщенным, по таблице давления насыщенного водяного пара можно определить влажность воздуха.

Стакан с дистиллированной водой периодически доставался из холодильника, и производились наблюдения за температурой и выпадением конденсата на стенках, при появлении на стенках стакана тумана фиксировалась температура и по таблице определялось давления насыщенного пара и вычислялась относительная влажность, которая составила 33%. Показания гигрометра заводского изготовления в этот момент составляли 31%.

Второй способ основан на определении относительной влажности по психрометру Августа с использованием двух термометров.

Использовались два термометра, один из которых измерял температуру воздуха в помещении, а колба другого была обмотана куском марли, опущенным в воду, и измеряла температуру испарения.

При испарении вода охлаждается. Причем охлаждается тем больше, чем меньше температура воздуха. Испаряющаяся вода влияет на показатель мокрого термометра.

По диаграмме Рамзина была определена влажность воздуха 38%

Показания цифрового гигрометра заводского изготовления в этот момент составляли 39%.

Третий способ основан на естественном изменении длины обезжиренного человеческого волоса в зависимости от влажности окружающей среды

На один конец обезжиренного волоса была закреплена небольшая часть стержня ручки. Другой конец волоса закреплялся у основания. Затем волос перекидывался через закрепленный в верху стойки гвоздь, с надетой на него пластиковой трубкой (для свободного перемещения волоса). Получился отвес, изменяющий свою высоту в зависимости от влажности воздуха. Были определены крайние положения отвеса. С помощью горячего душа в ванной комнате была создана влажность близкая к 100% и зафиксирована точка на которой находится отвес. Для нахождения нулевой отметки прибор размещался у разогретой духовки.

Затем была определена влажность воздуха в помещении, которая составила 40%. Показания гигрометра заводского изготовления в этот момент составляли 35%.

Библиографический список

1. Волков А.И., Жарский И.М. Большой химический справочник — Мн.: Современная школа, 2005. — 608 с.
2. Нимич Г. В., Михайлов В. А., Бондарь Е. С. Современные системы вентиляции и кондиционирования воздуха. — Харьков: ТОВ «Видавничий будинок», 2003. — 630 с.
3. Таблицы психрометрические. Сост. Ильин Б.Н., Резников Г.П. Изд-е 3-е, исправленное и дополненное. // СПб, 2018 — 316 с.

УДК 681.5

ВЛАСОВ К.В., ЗМЕЕВ А.В., ВАДОВА Л.Ю.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ПРОЦЕССА КОНЦЕНТРАЦИИ СЕРНОЙ КИСЛОТЫ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

Концентрированная серная кислота может быть получена методом упаривания слабой серной кислоты. Технологический процесс концентрирования серной кислоты ведется в две ступени. При работе в две ступени происходит уменьшение туманообразования и сокращение выброса вредных веществ в атмосферу.

Учитывая особенности технологического процесса, требования нормативных документов и регламентные ограничения, выполняется постановка задач автоматизации и формулируются требования к системе автоматизации. Для данного процесса необходимо использовать средства вычислительной техники и автоматизации на уровне АСУ ТП с целью минимизировать количество персонала, работающего на опасных участках, а также напрямую взаимодействующего с установкой. Реализовываются такие функции автоматизации, как регулирование, сигнализация и блокировка.

В данном случае, структура АСУ ТП является трёхуровневой:

1) верхним уровнем автоматизации – станция оператора;

2) средний уровень – программируемый логический контроллер;

3) нижний уровень – уровень полевой автоматики, датчиков и исполнительных механизмов.

Исходя из перечня контролируемых и регулируемых параметров, необходимо произвести сравнительный анализ датчиков и исполнительных механизмов, которые будут применяться для автоматизации процесса концентрации.

Система автоматизации будет основана на промышленном контроллере отечественного производства ОВЕН ПЛК200. Данный контроллер с набором модулей ввода-вывода был выбран из расчета информационный нагрузки с учетом запаса 20%. Данное решение позволит с легкостью связать средний уровень автоматизации с верхним. Так как производитель контроллера предоставляет удобные программные средства для визуализации процесса на станции оператора.

В качестве станции оператора был выбран компьютер на основе процессора Intel Core I5 13-ого поколения который обеспечит комфортное использование программного обеспечения: SCADA-система MasterSCADA и среда программирования ПЛК CODESYS V3.5.
Информация, поставляемая с помощью средств АСУ ТП, будет показывать значения с расставленных датчиков. На станции оператора появится возможность регулировать параметры, визуально и аудиально получать информацию о срабатывании сигнализации, в случае отказа аппаратуры и в случае нарушения ограничения среди допустимых параметров.
В данной работе была спроектирована автоматизированная система процесса концентрирования серной кислоты в две ступени. Было подробно рассмотрено описание технологического процесса; был проведен выбор параметров, подлежащих контролю, регулированию, сигнализации; были подобраны средства реализации процесса на разных уровнях АСУ ТП.

УДК 681.5

ЕВДОКИМОВ Д.М., КЕЧКИНА Н.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ РЕШЕНИЙ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ ВЫПАРНОЙ УСТАНОВКИ В ПРОЦЕССЕ ПРОИЗВОДСТВА НИТРАТА АММОНИЯ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Выпариванием называют процесс концентрирования растворов, заключающийся в частичном удалении растворителя путем его удаления при кипении. Сущность выпаривания заключается в переводе растворителя в парообразное состояние и отводе полученного пара от оставшегося сконцентрированного раствора.

Исследование структуры САУ процессом выпаривания проводится на примере получения концентрированного раствора гидроксида калия в двухкорпусной выпарной установке. Основными факторами, оказывающими влияние на концентрацию упаренного раствора, являются расход и концентрация исходного раствора, а также расход греющего пара. Изменение параметров потоков, поступающих в выпарной аппарат, а именно расход исходного раствора и его концентрация, является основным источником возмущений, тогда как изменение расхода греющего пара является управляющим воздействием.

Уровень в выпарных аппаратах поддерживается на заданном технологическим регламентом значении. Учитывая вышеперечисленные факторы, схема анализа технологического процесса выпаривания гидроксида калия как объекта управления с точки зрения материальных потоков и информационных переменных представлена на рис. 1.

На рис.1 присутствуют следующие обозначения: $F_{ир}$ – расход исходного раствора; $Q_{ир}$ – концентрация исходного раствора; $F_{пп}$ – расход первичного (греющего) пара; $L_{р1}$, $L_{р2}$ – уровень в первом и втором выпарных аппаратах соответственно; $F_{ур1}$ – расход частично упаренного раствора; $Q_{ур2}$ – концентрация упаренного раствора на выходе выпарной установки.

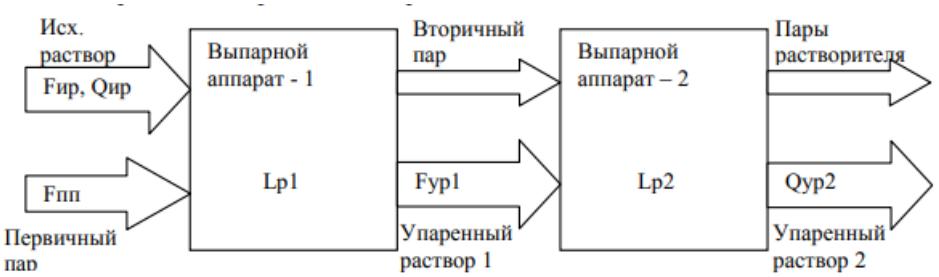


Рис. 1.Схема анализа процесса выпаривания гидроксида калия

В результате исследования предложено несколько вариантов решения задачи автоматизации, обозначенных далее.

1. Использование многоконтурной разомкнутой системы регулирования, где регулирующим воздействием является расход упаренного раствора за счет изменения степени открытия регулирующего клапана, установленного на линии отвода упаренного раствора из второго выпарного аппарата.

2. Изменение расхода раствора, подаваемого во второй аппарат из первого. Во втором выпарном аппарате необходимо осуществлять регулирование уровня за счет изменения расхода упаренного раствора. При реализации данной схемы требует установка дополнительной технологической емкости исходного раствора.

3. Регулирование концентрации упаренного раствора за счет изменения расхода греющего пара, поступающего в выпарной аппарат. Управляющее воздействие вырабатывается с учетом возмущающего воздействия (незначительные колебания расхода и концентрации исходного раствора).

4. Реализация каскадной САУ, содержащей регулятор соотношения расхода исходного раствора и греющего пара, с корректировкой по концентрации растворенного вещества в исходном растворе. Для второго аппарата предусмотреть каскадную схему регулирования расхода с коррекцией по уровню раствора в первом выпарном аппарате.

УДК 658.26

ЕРМОКРАТЬЕВА А.Д., САНКИНА Я.А.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПЛАСТИНЧАТОГО РЕКУПЕРАТОРА ДЛЯ ОФИСНЫХ И ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Одной из основных задач при создании благоприятного микроклимата в офисных и жилых помещениях является грамотное проектирование вентиляционных каналов и систем. Однако, большинство зданий, построенных еще во времена СССР, не имеют в своей конструкции приточной вентиляции и не обеспечивают нормальный воздухообмен. Решением такой задачи может служить использование рекуператоров воздуха – устройств, которые осуществляют приток и нагрев свежего воздуха в помещение, и отток застоявшегося.

По принципу работы рекуператоры разделяют на следующие типы: роторные, рециркуляторные, камерные, фреонные и пластинчатые [1]. Последние имеют наибольшую популярность, поскольку их конструкция проста и не требует дополнительного технического обслуживания, вследствие чего обладают невысокой стоимостью. Также к достоинствам пластинчатого рекуператора можно отнести более эффективный теплообмен, малое потребление энергии и универсальность использования в различных климатических условиях и типах

зданий. В связи с этим, предложено разработать конструкцию пластинчатого рекуператора, обладающего низкой стоимостью и высоким коэффициентом полезного действия.

Расчет количества пластин *n* для обеспечения эффективного теплообмена с учётом габаритов рекуператора *C*, показателя стандартного пластинчатого рекуператора δ (0,005 м) и толщины алюминиевых пластин Δ осуществляется по формуле (1). Расчёт площади внутренней поверхности рекуператора *F* с учётом его габаритных размеров *A, B, C* производится по формуле (2):

$$n = 1 + C \cdot \frac{1}{\delta + \Delta} \approx \frac{C}{\delta} \quad (1)$$

$$F = A \cdot B \cdot \frac{C}{\delta} \quad (2)$$

В результате разработана конструкция пластинчатого рекуператора (рис. 1). Рекуператор имеет в своём составе 22 пластины, площадь внутренней поверхности составляет 0,06 м².

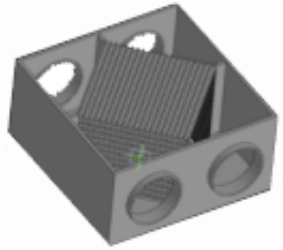


Рис.1. 3D модель конструкции пластинчатого рекуператора

В работе проанализированы типы существующих рекуператоров воздуха. Разработана конструкция малогабаритного пластинчатого рекуператора с высокой эффективностью. В ближайшее время планируется создание опытного образца для проведения испытаний и подтверждения теоретических расчетов.

---

1. Ястребов, А. В. Рекуперация воздуха: виды, принципы работы, функции / А. В. Ястребов, В. Н. Зекин // Вестник науки. – 2022. – № 4 (49). – С. 206-216.

УДК 629.7.054

ЕРМОКРАТЬЕВА А.Д., САНКИНА Я.А.

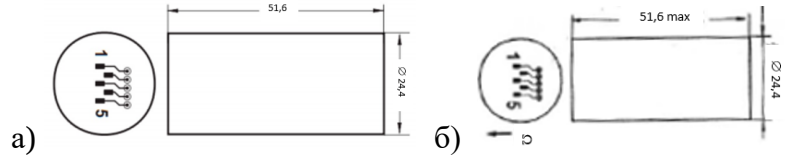
ОЦЕНКА МАСШТАБНОГО КОЭФФИЦИЕНТА ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИХ ГИРОСКОПОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал),
АО «Арзамасское научно-производственное предприятие «ТЕМП-АВИА»

Широкое применение в авиации находят малогабаритные волоконно-оптические гироскопы. От массо-габаритных параметров зависят выходные характеристики датчика. Основными минусами датчиков являются дрейф нуля, высокая погрешность масштабного коэффициента (МК) и т.д. На испытательной базе предприятия АО АНПП «ТЕМП-АВИА» были проведены исследования зависимости МК волоконно-оптических гироскопов производства АО «Физоптика» и «CUANXINGNAY» КНР. Сравнительные характеристики данных датчиков приведены в табл. 1. На рис. 1 представлены габаритные размеры гироскопов (одни из самых миниатюрных в своем точностном диапазоне).

Таблица 1. Характеристики АО «Физоптика»и «CUANXINGNAY»

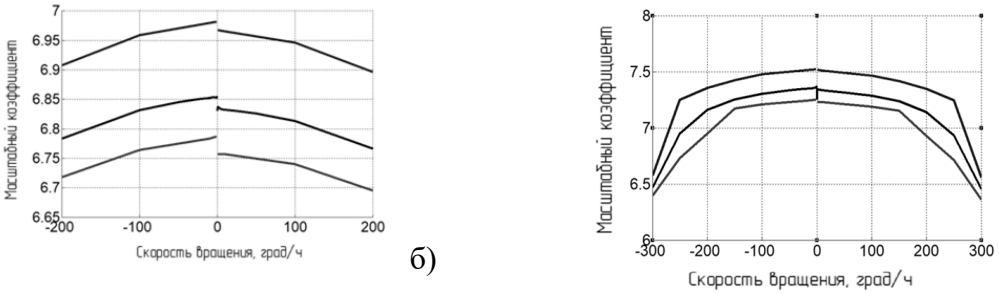
Наименование параметра	ЗАО «Физоптика», РФ	«CUANXINGNAY», КНР
Диапазон измеряемых скоростей [град/с]	± 300	± 300
Масштабный коэффициент (МК) [мВ/град/с]	7	7,7
Рабочая полоса частот [кГц]	0 ... 1	≥0,45
Угловой случайный дрейф [град/ч]	0,04	≤0,02
Стабильность скорости дрейфа, СКО [град/ч]	3	≤2
Стабильность МК, СКО	< 0,1 %	-



а) б)

Рис. 1.Габаритные размеры гироскопов: а) «Физоптика», б) «CUANXINGNAY»

Был проведен сравнительный анализ графиков МК выходного сигнала опытного образца каждого типа гироскопов в нормальных климатических условиях, плюс 60 °С и минус 40 °С при различных угловых скоростях (рис. 2).



а) б)

Рис. 2. Неоткалиброванные данные масштабного коэффициента: а) зависимости МК гироскопа производства «Физоптики»; б) зависимости МК гироскопа производства «CUANXINGNAY»

Из графиков следует, что выходные сигналы образца «Физоптики» при калибровке аппроксимируются полиномом второй и третей степени, выходные сигалы китайского гироскопа поддаются аппроксимации полиномами четвертой и пятой степени, что осложняет калибровку.

1.Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем/ В.В Матвеев, В.Я. Распопов/ Под общ.ред. д.т.н. В.Я.Распопова. – СПб.: ГНЦ РФ ОАО «Концерн «ЦНИИ «Электроприбор», 2009.-280 с.

УДК 004.94

ЕРОФЕЕВ А.Д., ЛАСУКОВ А.А., АШИН Н.Д.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ УСТРОЙСТВА СОРТИРОВКИ ДЕТАЛЕЙ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНСТРУКТОРА LEGO MINDSTORMS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
МАОУ «Школа №131» г. Нижний Новгород

XXI век невозможно представить без роботов. Они выполняют самые разнообразные задачи повсюду: в быту, в медицине, в образовании, в промышленности и даже в космосе. Во всех этих отраслях роботы постепенно заменяют труд человека и выполняют самые сложные

задачи. Но для создания подобных механизмов, которые будут оживлены компьютерным интеллектом, необходимо новое поколение квалифицированных инженеров.

Устройство сортировки деталей является неотъемлемой частью всего цикла производства того или иного объекта и используется для автоматизации процесса, то есть минимального вмешательства человека в рабочий процесс. Существует множество видов сортировок в программировании: по количеству сравнений: быстрая сортировка, пузырьковая сортировка, сортировка по вставке, по количеству замен: замена позиции на числа (инверсия), по использованию памяти: некоторые алгоритмы сортировки используют память O(1) или O(log n) для создания вспомогательных местоположений для временной сортировки данных, по рекурсии: алгоритмы сортировки могут быть рекурсивными или нерекурсивными и многие другие. [2] Следовательно, устройство сортировки может сортировать объекты по различным признакам: по цвету, по размеру, по форме и прочим признакам или характеристикам. При этом, сортировку проводят согласно требованиям технических условий, а при совмещении в одном устройстве нескольких операций, позволяет повысить эффективность производства.

Lego Education Mindstorms – образовательная робототехническая платформа, созданная специально для учебных заведений, которая позволяет разработать любую управляющую программу для роботов на основе конструктора Lego. **[1]** С помощью датчиков, установленных на корпусе, робот воспринимает окружающий мир, а благодаря моторам – реагирует на него в соответствии с заложенной в него программой.

В рамках выполненной практической работы мы разработали имитационную модель и управляющую программу устройства сортировки деталей при использовании программируемого конструктора Lego Mindstorms**.** Мы применили прием сортировки на основе использования однотипных данных, определяющих порядок элементов. Ключ разработанной нами программы участвует в сравнениях и при обмене элементов происходит перемещение всей структуры данных. На основе разработанного ключа написали управляющую программу, позволяющую производить сортировку по цветовому признаку. Также нами были проведены испытания на проверку работоспособности созданной модели.

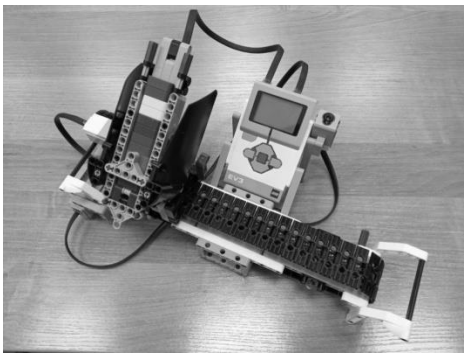


Рис.1 Устройство сортировки деталей на основе конструктора Lego Mindstorms

Библиографический список

1. Гриффин Т. Искусство программирования Lego Mindstorms EV3 / Т. Гриффин, Райтман М.А. – Бомбора, 2022. – 272 с.
2. Кнут Д., Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск, 2-е издание, Диалектика: Киев, 2019 – 832 с.

УДК 004.9

ЕРОФЕЕВ А.Д.

СОВРЕМЕННЫЕ ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИЕМОВ И МЕТОДОВ СОРТИРОВКИ ДАННЫХ В ПРОГРАММИРОВАНИИ

МАОУ «Школа №131» г. Нижний Новгород

В настоящее время практически во всех сферах жизнедеятельности человека применяются возможности и приемы систем программирования на основе сортировки данных. При этом алгоритмы сортировки обладают одновременно и преимуществами и недостатками, у них есть и слабые и сильные стороны.

В известной программистам книге Д. Кнута «Искусство программирования для ЭВМ» [2] доступно и подробно рассмотрены основные приемы и методы программирования.

Я бы хотел отметить, что уже практически во всех языках программирования приемы и методы сортировки уже реализованы, но, несмотря на это, данная область исследований может быть расширена и углублена в части возможностей практического её применения.

В настоящее время Президентом Российской Федерации В. Путиным, в октябре 2019 года была утверждена Национальная стратегия развития искусственного интеллекта до 2030 года, в которой выделены приоритетные научные задачи, а именно – развитие искусственного интеллекта для проведения научных исследований, повышения доступности информации и вычислительных ресурсов для пользователей [1]. Я считаю, что уже известные приемы и методы сортировки данных, применяемых в программировании, могут использовать возможности искусственного интеллекта. Что повысит эффективность работы устройств сортировки, позволит использовать больший массив данных и выйдет на новый уровень программирования. Сегодня устройства сортировки применяются в различных областях и сферах и это не только промышленные предприятия, машиностроительный комплекс, но и мусороперерабатывающие линии, лесоперерабатывающая промышленность и др.

Мы видим активное внедрение автоматизированного процесса сортировки с использованием камер или лазеров, этот вид сортировки называют цифровой или оптической. В зависимости от типа и вида установленных датчиков и используемого программного обеспечения, сегодня сортировщики могут не только распознавать цвет, размер, форму, но уже и структурные свойства или даже химический состав сканируемых элементов. При этом, можно при написании программы, программисту ставить множественную задачу, например, сортировщик будет производить сравнение представленных объектов, и выявлять или выделять те, которые будут обладать несколькими признаками. Это направление может быть применено, например, при поиске дефектных или наоборот, высококачественных элементов.

При этом, используя сочетание возможностей искусственного интеллекта и приемов и методов сортировки данных в программировании, можно выйти на новый уровень использования трудовых ресурсов, частности, не только снижая их численность, но и повышая уровень квалификации и знаний сотрудников, что позволит предприятиям и организациям, применяющим данные технологии автоматизации производственных процессов, работать более эффективно.

Библиографический список

1. Указ Президента РФ от 10.10.2019 № 490 «О развитии искусственного интеллекта в Российской Федерации» (вместе с «Национальной стратегией развития искусственного интеллекта на период до 2030 года» / URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_335184/ (дата обращения: 25.04.2024).
2. Кнут Д., Искусство программирования. Том 3. Сортировка и поиск, 2-е издание, Диалектика: Киев, 2019 – 832 с.

УДК 681.5

ЗАИКИН Н.А., УЛЮШКИН А.В.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АКТИВНОЙ ТЕРМОКАМЕРЫ ДЛЯ 3-D ПРИНТЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

На сегодняшний день 3D-принтеры обладают высокой популярностью благодаря своей универсальности, продуктивности и новаторским функциям печати, выступая в качестве незаменимого инструмента в различных секторах экономики. Более того, их использование

сводит к минимуму необходимость ручного труда, что, в свою очередь, позволяет существенно снизить затраты на операторов и техническое обслуживание 3D-принтеров.

По причине своих многочисленных преимуществ, включая гибкость, эффективность и способность к инновационной печати, 3D-принтеры успешно внедряются и развиваются во многих компаниях по всему миру. Одной из интересных тенденций в этой области является разработка дополнительных аксессуаров, которые могут улучшить качество печати или позволить использовать материалы, которые изначально не были предусмотрены. Примером такого аксессуара может служить термокамера, расширяющая функциональные возможности стандартного 3D-принтера [1].

Анализ рыночной ситуации продемонстрировал, что в настоящий момент времени идентичные или аналогичные продукты, обладающие сходными функциональными характеристиками, как у разрабатываемой камеры, на рынке отсутствуют, вследствие чего продажи в данной продуктовой нише в настоящее время не осуществляются.

Эта инновационная термокамера, специально разработанная для использования в 3D-принтерах, представляет собой многофункциональное решение, которое направлено на преодоление различных сложностей, возникающих в процессе печати. Она обеспечивает поддержание необходимых параметров, улучшает сцепление между слоями, поддерживает оптимальную среду вокруг печатаемого объекта, минимизирует риск возгорания или повреждения окружающих предметов, контролирует систему нагрева и вентиляции, предотвращая перегрев и возможное воспламенение расходных материалов. Благодаря этому устройству устраняется проблема неравномерного прогрева филамента внутри сопла принтера, обеспечивая тем самым стабильность и качество печати [2].

Важно отметить, что уровень точности поддержания температуры в процессе печати полипропиленом напрямую зависит от качества использованных компонентов и корректной настройки 3D-принтера, что играет решающую роль в достижении желаемого уровня качества и эффективности печати [3].

Библиографический список

1. Настюк, А.В. 3D-печать: сущность, возможности и перспективы / А.В. Настюк, А.Д. Назаров // Екатеринбург, 2017 – 2с.
2. Литунов, С.Н. Определение некоторых параметров печатающей головки 3-D принтера / С.Н. Литунов, Н.И. Филенко, О.В. Чемисенко, Н.С. Кощеева // Омск, 2016 – 5с.
3. Рэдвуд, Б. 3D-печать. Практическое руководство / Бэн Рэдвуд, Филемон Шофер, Брайан Гаррэт // Москва, 2020 – 221с.

УДК 528.74

ЗАХАРОВА Д.А., УЛЮШКИН А.В., КЕЧИН Е.С.

ФОТОГРАММЕТРИЯ КАК МЕДОТ ПОЛУЧЕНИЯ 3D МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В настоящее время все более актуальной становится задача обратного проектирования существующих объектов техники с целью дублирования или модернизации [1]. Для получения 3D модели объекта используют различные типы сканирования, такие как: отраженный структурный свет, фотограмметрия, лазерное сканирование и др. Из-за доступности и простоты принципа сканирования наибольшее распространение получила фотограмметрия.

Целью данной работы является осуществление обратного проектирования с помощью фотограмметрии.

Фотограмметрия является технической наукой о методах определения метрических характеристик объектов и их положения в двух- или трехмерном пространстве по снимкам [2]. Результатом работы является разработка рекомендаций и методики улучшения качества получаемых фотографий и как следствие получаемой 3D модели.

На качество получаемых фотографий, а, следовательно, и на качество 3D модели влияет ряд факторов:

1) освещение,
2) использование однотонного фона,
3) использование штатива и удаленного управления фотокамерой,
4) количество фотографий.

Рекомендации направлены на установку осветительного оборудования, на настройку фотокамеры, а также на необходимое минимальное количество фотографий объекта.

Данные рекомендации позволят увеличить качество получаемых фотографий, что в свою очередь позволит увеличить достоверность и точность проектируемой модели.

Библиографический список

1. Токарев, С.К. Изучение обратного инжиниринга на примере исследования образца вентиля игольчатого / С.К. Токарев, И.М. Файзрахманова // Системы автоматизированного проектирования в науке, образовании и производстве: сб. ст. по матер. 1-й Международной научно-практическая конференции. – 2023. – С. 73-78.
2. Андреева, Х.И. Современная цифровая фотограмметрия / Х.И. Андреева, В.Д. Сарыевич, В.А. Чугунов, Д.А. Хабаров // Международный журнал прикладных наук и технологий «Integral». – 2019. – №4 – С. 41-47.

УДК 681.5

ЗМЕЕВ А.В., ВЛАСОВ К.В., ВАДОВА Л.Ю.

ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ АВТОМАТИЗАЦИИ СТАДИИ СИНТЕЗА БУТИЛАКРИЛАТА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им Р.Е. Алексеева

В настоящее время важным стало повышение конкурентоспособности продукции, выпускаемой отечественными предприятиями. Это можно достичь путем улучшения качества продукции и сокращения количества брака. Технологический процесс синтеза бутилакрилата этерификацией – один из способов получения бутилакрилата, существующих в настоящий момент в промышленности.

Стадия синтеза является важнейшим звеном всего процесса. Главной задачей автоматизированной системы управления для данной стадии является четкий алгоритм управления, благодаря которому будет происходить своевременное изменение параметров процесса, диагностирование и предотвращение возникновения аварийных ситуаций. Разрабатываемая АСУ ТП должна выполнять управляющие и информационные функции: стабилизация технологических параметров, обеспечение постоянного значения, заданного регламентом; централизованный сбор и обработка информации о протекании технологического процесса; формирование и выдача данных оперативному персоналу АСУТП. Табл. 1 содержит информацию о контролируемых и регулируемых величинах и форме ее представления. В таблице приняты следующие обозначения: М – по месту, МПК – микропроцессорный контроллер, СО – станция оператора.

Таблица 1

Перечень контролируемых и регулируемых сигналов

Наименование параметра	Номинальное значение параметра	Фора представления информации
Расход акриловой кислоты	8,9 $м^3$/ч	М: СО: I, R, A
Расход серной кислоты	6,6 $м^3$/ч	М: СО: I, R, A
Расход ингибитора	5 $м^3$/ч	М: СО: I, R, A
Расход бутилового спирта	11 $м^3$/ч	М: СО: I, R, A
Расход рекуперированного спирта	4 $м^3$/ч	М: СО: I, R, A
Уровень в реакторе синтеза	3,7 м	М: СО: I, R, A, S
Температура реактора синтеза	82 ^{0}C	М: СО: I, R, A, C

УДК 004.032.26

ИВАНОВ С.В., АКУЛОВА А.А., БАШКОВ А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОННОСЕТЕВОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ТРИБОСИСТЕМ ПРИ ВНЕШНЕМ ТРЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Трение деталей машин – сложный физико-механический процесс. При скольжении двух поверхностей в зависимости от их шероховатостей, соприкосновение (рис.1) может быть только в отдельных точках, что создает высокие контактные напряжения на вершинах неровностей и способствует пластической деформации и разрушению выступов.

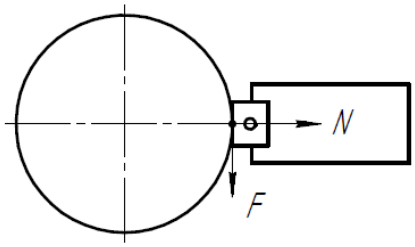


Рис. 1. Модель процесса трения

Для исследования устойчивости трибосистем были проведены экспериментальные исследования. В ходе эксперимента производилось трение инструмента об материал заготовки на различных режимах с постоянной регистрацией сигнала ВАЭ во времени. На основе сигналов ВАЭ определялась фрактальная размерность и показатели Ляпунова. На основе полученных результатов была создана база данных.

Созданная база данных по устойчивости процесса трения в зависимости от условий обработки, позволила разработать цифровой двойник устойчивости трения с целью управления ею на режимах обработки даже на таких, где резание не производилось.

На рис. 2 представлена структура нейронной сети, т.е. цифровой двойник устойчивости процесса трения. На входе нейронной сети указаны основные параметры – это сам коэффициент трения, а также параметры, определяющие устойчивость трения при резании, а на выходе - показатель Ляпунова. На устойчивость процесса трения при резании влияет большое число факторов: скорость резания, подача, глубина резания, передний угол, S_k действительный предел прочности, длина контакта стружки с передней поверхностью инструмента, усадка стружки, СОЖ, вибрации, покрытия и др.

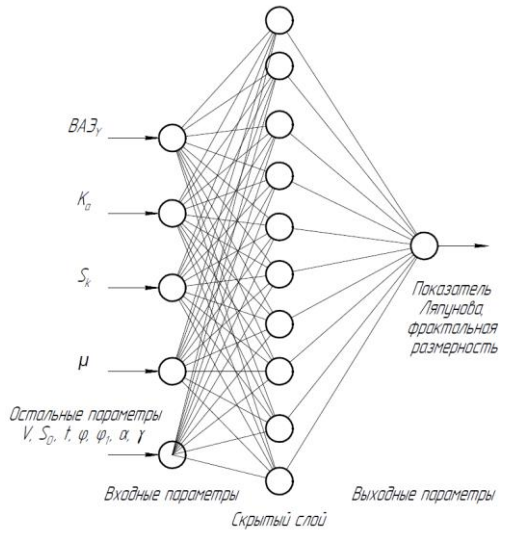


Рис. 2. Структура нейронной сети для прогнозирования устойчивости процесса трения при резании

Обучение нейронной сети проводилось в среде Matlab. Проведена также проверка цифрового двойника устойчивости по параметрам, отличающихся от тех, на которых он обучался.

Использование подходов нейронносетевое моделирования позволяет как оценить и управлять устойчивостью процессом резания в широком диапазоне условий обработки, так и прогнозировать коэффициент трения, при котором процесс резания резко теряет устойчивость.

УДК 681.5

КАРГАЕВА А.И., ВАДОВА Л.Ю.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УСТАНОВКИ КОМПРИМИРОВАНИЯ ФАКЕЛЬНЫХ ГАЗОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р. Е. Алексеева

Эффективная работа систем автоматизации технологических процессов во многом зависит от правильности постановки задач автоматизации, выбора стабилизируемых параметров, управляющих воздействий, разработки алгоритмов управления, контроля и представления информации персоналу.

Установка компримирования факельных газов (насосная станция) состоит из емкостей, каплеотбойников, насосов и компрессоров и предназначена для сбора и утилизации факельных сбросных газов и газового конденсата, поступающих из общезаводской факельной системы. Модернизация существующей системы управления связана с необходимостью повышения ее надежности. К возмущающим воздействиям, действующим на установке, относятся все те ситуации, последствия которых, приводят к аварии, нарушению хода технологического процесса и к гибели обслуживающего персонала. В данном случае к таким ситуаци-

ям относятся: отсутствие энергии, поломка компрессоров, возникновение пожара, а также сильной загазованности из-за пролива конденсата, разрыв трубопроводов, повреждение коммуникаций и аппаратуры, отказ КИПиА.

Для решения поставленных задач необходима автоматизированная система управления технологическим процессом (АСУТП). Система автоматизации установки компримирования факельных газов должна выполнять следующие функции:

−сбор и первичную обработку информации;

−программное управление;

−регулирование технологических параметров;

−представление оператору информации о текущих значениях технологических параметров;

−осуществление блокировок при возникновении аварийных ситуаций и некорректных действиях оперативного персонала;

−предупредительная и аварийная световая и звуковая сигнализаци.

Предлагается трехуровневая система управления, на полевом уровне которой находятся датчики, на среднем уровне - микропроцессорный контроллер, реализующий задачи регулирования, сигнализации, блокировки и защиты, на верхнем - сервер и ЭВМ промышленного исполнения, с помощью которых будут решены вопросы визуализации и архивации процесса.

В последнее время многие разработчики АСУ в нашей стране проявляют все больший интерес к контроллерам отечественного производства. Потребность в переходе на использование российской продукции связана с несколькими основными причинами:

- санкционные ограничения со стороны ЕС и США в области поставки электронных комплектующих;
- уход с российского рынка ряда иностранных брендов;
- рост цен на продукцию зарубежных производителей;
- требования заказчиков по импортозамещению для ряда ключевых секторов – атомной и газовой энергетики, металлургической, химической и других отраслей.

Предлагается отечественный контроллер ПЛК160-24.А-М [1], оптимальный для построения систем автоматизации среднего уровня. На основании информационной нагрузки выбраны модули связи с объектом (УСО) и блок питания. Верхний уровень системы представлен операторской станцией на основе промышленного компьютера.

---

1. Электронный каталог ПГ «Теплоприбор». URL: http://xn--90ahjlpcccjdm.xn--p1ai/

УДК 681.5

КЛИМОВ К.А., ХАЗАНОВ Т.С., КЕЧКИНА Н.И.

ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПРИ ГАЗИФИКАЦИИ ПРОПАНА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Любые технологические процессы всегда связаны с контролем большого количества параметров, которые характеризуют состояние технологического процесса и работу технологических аппаратов. При реализации АСУТП первостепенной задачей является измерение технологического параметра с помощью датчика – измерительного конструктивно обособ-

ленного первичного измерительного преобразователя, от которого поступают измерительные сигналы.

Одним из важнейших контролируемых технологических параметров в процессе газификации пропана является температура газифицированного пропана после теплообменника Е-20. Регламентные ограничения для данного параметра представлены в табл. 1.

***Таблица 1.*Регламентные ограничения на технологический параметр**

Параметр	Номинальное значение параметра	Допустимые границы изменения
Температура газифицированного пропана после теплообменника Е-20,	86	80 – 100

В зависимости от диапазона измеряемых температур различают две основные группы методов измерения: контактные, в основу которых положены метод сопротивления, термоэлектрический и манометрический методы; бесконтактные – пирометрический метод.

Предложено рассмотреть и сравнить характеристики трех вариантов датчиков температуры: Метран-274-05-60; Элемер П0304-ВТ; ТСМУ-Л-Ех. Сравнительный анализ характеристик средств измерений приведен в табл. 2.

***Таблица 2.* Сравнительный анализ датчиков температуры**

Характеристика	Метран-274-05-60	Элемер П0304-ВТ	ТСМУ-Л-Ех
Тип прибора	Датчик температуры с унифицированным выходным сигналом	Датчик температуры с унифицированным выходным сигналом	Термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом
Диапазон измерений, ℃	0÷180	-50÷250	-50÷180
Погрешность, %	0,25	0,2	0,1
Степень пылевлагозащиты	IP65	IP66	IP66
Вид взрывозащиты	Exd	Exd	Exd
Срок службы	8 лет	10 лет	12 лет
Стоимость, руб.	6000	9 600	12 000

Критериями для выбора датчика температуры являются: рабочий диапазон температур, метрологические характеристики (допускаемая погрешность), требования к исполнению прибора, выходной сигнал, стоимость.

Проанализировав данные, представленные в табл.2, можно отметить, что термопреобразователь с унифицированным выходным сигналом ТСМУ-Л-Ех предназначен для непрерывного измерения и преобразования температуры жидкостей и газа в унифицированный токовый выходной сигнал на объектах различных отраслей промышленности, в т.ч. и во взрывоопасных зонах помещений и наружных установок. Таким образом, для контроля температуры в процессе газификации пропана был выбран датчик температуры ТСМУ-Л-Ех.

УДК 536.521.2

ЛЯМИН Е.А.

РАЗРАБОТКА KIT- НАБОР ПО СОЗДАНИЮ ДИСТАНЦИОННОГО ТЕРМОМЕТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Данная работа посвящена разработке «KIT-набора по созданию дистанционного термометра», а именно прибора для бесконтактного измерения температуры разнообразных объектов, как в жидком, так и в твердом состоянии.

На сегодняшний день подобные устройства очень востребованы и используются для бесконтактного измерения температуры не только на предприятиях, но и везде, где необходим температурный контроль над производственными процессами. Например, в теплоэнергетике – для оперативного контроля температуры важных участков, в электроэнергетике – для обеспечения пожаробезопасности, в лабораторных условиях, на предприятиях, в строительстве для расчета теплопотерь, в быту, в охранных системах и много где еще. Идея дистанционного определения температуры отлично подошла и для медицинских целей – при измерении температуры тела, возможность сделать это бесконтактно стала особенно актуальна в эпоху коронавирусной инфекции. Такие устройства стали более популярны среди населения, приобретаются массово школами, поликлиниками, торговыми центрами.

Цель работы заключается в разработке набора для самостоятельной реализации дистанционного термометра, не уступающего в характеристиках аналогичным моделям.

В течение первого этапа НИР был проведен сравнительный анализ ключевых компонентов термометра, а именно дистанционных инфракрасных датчиков температуры, отладочных плат и дисплеев. На основе данного анализа был выбраны оптимальные модели: инфракрасный датчик – MLX90614, отладочная плата – Arduino Uno R3 и дисплеи – TM1637.

Исходя из выбранных компонентов, была оставлена функциональная схема, разрабатываемого устройства, а также алгоритм работы.

На втором этапе НИР был изготовлен макетный образец термометра, разработана методика исследования и проведен пробный эксперимент на соответствие техническим характеристикам.

УДК 514

МАРКЕЕВ С.М., ЖИРНОВА Е.Е., МАРКЕЕВА Т.М.

ГЕОМЕТРИЧЕСКОЕ МЕСТО КОЗЫ НА ПРИВЯЗИ

«МБОУ Лицей №165 имени 65-летия ГАЗ» г. Нижний Новгород

Олимпиадные задачи по математике содержат задачи с такой формулировкой: *«Какой участок съест коза, если ее привязать между двумя колышками или удержите козу с помощью веревок и колышков в квадрате».* Каждый раз при решении такой задачи приходится действовать наугад, подбирая возможный вариант. Такой метод решения занимает много времени и часто не позволяет решить задачу. А можно ли решить эти задачи не перебором, а другим, более быстрым, способом?

Решение подобных задач связано с изучением геометрии, а именно геометрического места точек, сокращенно ГМТ: это множество или фигура, состоящая из всех точек, которые обладают некоторым определенным общим свойством. Оно может быть совершенно различным.

Цель данной работы – выяснить, какие фигуры можно получить, привязывая козу тем или иным образом.

Рассмотрим такую задачу. На лугу вбиты два колышка A и B, а между ними натянута проволока длиной 4 м так, что веревка длиной 1 м, к которой привязана коза, может свободно перемещаться вдоль проволоки от одного колышка до другого. Найдем границы участка, на котором коза может есть траву.

Переведем эту задачу на математический язык. Найти ГМТ, удаленные на заданное расстояние от отрезка. Точки, удаленные от отрезка на заданное расстояние принадлежат двум параллельным отрезкам EF и DG по разные стороны от отрезка на заданное расстояние. Точки, удаленные от концов отрезка на заданное расстояние принадлежат окружностям с центрами в концах отрезка и радиусами, равными заданному расстоянию (длине привязи

козы). Получается, что коза съест траву внутри прямоугольника EFGD плюс в двух одинаковых полукругах на концах области. Смотреть рис. 1.

Найдем площадь:

$$S = \pi DA^2 + DE \times EF = \pi \times 1^2 + 2 \times 4 \approx 1 \times 3.14 + 8 \approx 11.14 \text{ м}^2$$

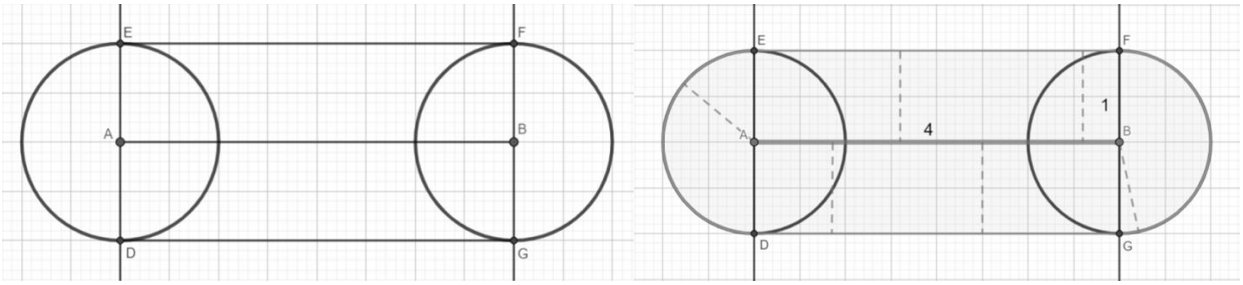


Рис.1. ГМТ к задаче

Также возможно построение и более сложных фигур.

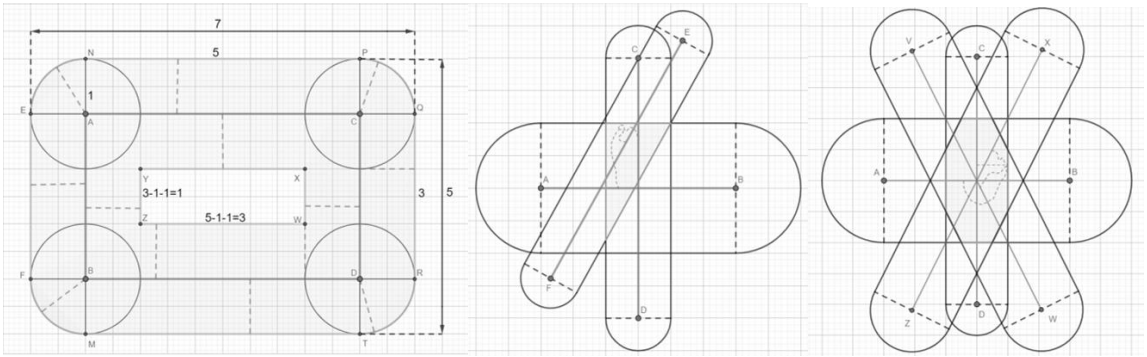


Рис.2. Сложные фигуры

УДК 681.5

МАСЛОВ М.А.

БЫТОВОЙ ДИСТАНЦИОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬ-СИГНАЛИЗАТОР УГАРНОГО ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Данная работа посвящена разработке «Бытового дистанционного измерителя-сигнализатора угарного газа».

В настоящее время почти каждый дом оснащен газоснабжением. Газ используется в качестве отопления в отопительных котлах и для приготовления пищи в газовых плитах. Газ делает нашу жизнь проще и комфортнее, но также он представляет опасность. По данным, собранным в период с августа 2022 по август 2023 гг., в результате взрывов бытового газа в России погибло 55 человек, еще 148 человек пострадали. Кроме этого неудовлетворительное качество воздуха в закрытых помещениях с постоянным присутствием людей может легко стать причиной усталости, упадка сил, снижения концентрации и даже привести к заболеваниям. Поэтому распространение получают сигнализаторы утечки газа. Большинство таких устройств сигнализируют о превышении нормы звуковым и (или) световым сигналами. Но при отсутствии человека в помещении невозможно принятие каких-либо мер. Поэтому раз-

работка измерителя-сигнализатора, который мог бы передавать сигнал на телефон владельца, является актуальной.

Цель работы заключается в разработке бытового измерителя-сигнализатора, который имел бы в своей конструкции Wi-Fi модуль или SIM-карту для возможности удаленного оповещения о превышении нормы угарного газа на телефон.

В течение первого этапа НИР проведен сравнительный анализ существующих промышленных и бытовых измерителей и сигнализаторов угарного газа. Разработана функциональная схема устройства.

В течение второго этапа НИР были выбраны основные узлы. Так, в качестве чувствительного элемента устройства был выбран датчик (сенсор) TGS3870-B04.

УДК 621.373.8

МУСИХИН Е.Н., КУДРЯВЦЕВ В.И., МАВРЫЧЕВ Е.А.

РАЗРАБОТКА БЛОКА ЦИФРОВОГО УПРАВЛЕНИЯ РУБИДИЕВЫМ СТАНДАРТОМ ЧАСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с развитием радиотехнических систем возникает необходимость в более надёжных, стабильных источниках синхронизации. Стоит особо отметить высокую востребованность высокостабильных источников синхронизации при построении отказоустойчивых систем навигации и систем синхронизации времени, что делает данную тематику востребованной. В данный момент имеется множество метрологических отечественных стандартов частоты, имеющих полностью аналоговую схемотехнику, что заключает ряд недостатков, которые можно преодолеть с помощью цифровой реализации схемы управления прибором [1]. Установка в блок управления микропроцессора позволяет повысить технологичность изготовления и эксплуатационные качества прибора. Целью данной работы является создание блока управления рубидиевым стандартом частоты на основе микропроцессорного исполнения. В результате данной разработки были достигнуты следующие преимущества.

Первым преимуществом является то, что реализация цифровой схемы блока управления позволяет непосредственно снимать телеметрию (фототок лампы, уровень второй гармоники, уровень управляющего напряжения на кварцевом генераторе) с самого микропроцессора при регулировке и эксплуатации прибора. Это позволяет значительно облегчить процесс длительной приработки прибора (длительность приработки прибора 1-2 месяца) и автоматизировать этот процесс.

Вторым преимуществом является процесс контроля корректности работы рубидиевой лампы в приборе на протяжении всего срока эксплуатации. При использовании аналоговых схем управления достаточно сложно реализовать эффективный контроль лампы при включении прибора и длительной эксплуатации, приводя к выходу из строя лампы и прибора в целом. Используя микропроцессор в блоке управления можно заложить алгоритмы выявления и индикации дефектов работы лампы в процессе включения и эксплуатации, выводить информацию о критическом состоянии лампы и узлов, что позволяет своевременно планировать работы по обслуживанию прибора.

Третье преимущество основано на применении более современных схемотехнических решений, позволяющих гибко управлять при регулировке постоянной времени в петле ФАПЧ прибора, а также уменьшить влияние нагрева и конденсации в приборе, что в свою очередь влияет на утечки и смещения частоты в приборе.

С инженерной точки зрения благодаря использованию цифровой реализации блока управления можно удешевить процесс производства и обслуживания прибора, а также ниве-

лировать недостатки и проблемы, описанные выше [2]. Рассмотренное решение может найти применение во многих стандартах частоты и значительно увеличить технологичность производства данных приборов.

Библиографический список

1. Пихтелев А.И. Разработка, исследование и расчёт квантовых дискриминаторов и генераторов на парах Rb и промышленных приборов на их основе. Дис. докт. техн. наук. Горький, 1973.
2. Гриценко В.И., Пихтелев А.И., Пузанов С.Л., Селиванов С.И. Промышленные рубидиевые стандарты частоты. Тезисы докладов международной научно-технической конференции «Информационные системы и технологии ИСТ-2006», Нижний Новгород, 2006.

УДК 681.5

ОРЛОВ А.С., ВАДОВА Л.Ю.

КОНТРОЛЬ РАСХОДА ВОДЫ И ПАРА НА ТРУБОПРОВОДЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ РАСХОДОМЕРОВ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Практически во всех химико-технологических процессах необходимо контролировать расход компонентов или конечного продукта. От точности контроля во многом зависит качество продукции, уменьшается брак и отходы производства, снижается аварийность и повышается эффективность ведения технологических процессов.

Эксплуатация автоматизированных систем управления подачей компонентов требует от инженеров – технологов знаний о приборах, измеряющих расход вещества.

Данная статья посвящена приборам контроля технологического параметра – расход. Расход вещества – это количество вещества, проходящее через технический аппарат за единицу времени. Различают два типа приборов: счетчики количества и расходомеры. Часто расходомеры одновременно являются и счетчиками, т.к. снабжаются интегрирующими устройствами.

Различают следующие типы приборов учета расхода: переменного перепада давления, ультразвуковые, электромагнитные, трубные струйные, вихревые врезные, электромагнитные врезные [1].

Особого внимания заслуживают ультразвуковые приборы учета. Преимущества этого типа прибора очевидны: отсутствие движущихся частей, незначительные потери давления, высока точность при невысокой цене, незначительное техническое обслуживание. На рис. 1 приведена схема работы ультразвукового расходомера.

Кристаллы расположены на расстоянии D друг от друга под углом q по отношению к направлению потока. Также возможно расположение небольших кристаллов прямо внутри трубы строго по направлению потока (Ѳ=0) [2]. Время распространения звука между кристаллами A и B связанно со средней скоростью потока v_c следующим соотношением (1):

$$t = \frac{D}{v\text{зв} \pm vc\cos\theta} \qquad (1)$$

где vc – это скорость потока, усредненная вдоль пути распространения ультразвука.

Из данного выражения получаем Δt для разности времен распространения ультразвука вдоль и против течения (2):

$$\Delta t = \frac{2Dvc\cos\theta}{v\text{зв}^2 - vc^2\cos^2\theta} \approx \frac{2Dvc\cos\theta}{v\text{зв}^2} \qquad (2)$$

Измеряя Δt, определяем среднюю скорость потока.

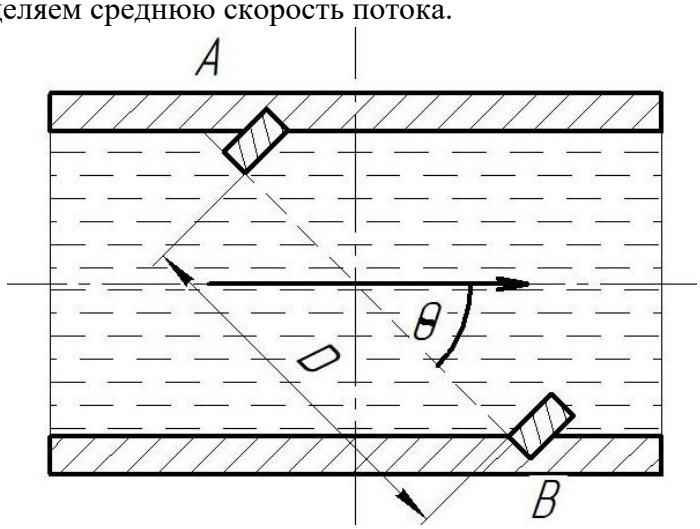


Рис.1. Ультразвуковой расходомер

На сегодняшний день ввиду ухода иностранных производителей измерительного оборудования с российского рынка, появляются отечественные аналоги, которые по своим характеристикам не уступают иностранным приборам, например, ультразвуковой расходомер Днепр-7, расходомер – счетчик ультразвуковой ВЗЛЕТ [3].

Библиографический список

1. Проектирование АСУТП водоподготовки: учебное пособие/ А.В. Герасимов, А.С. Титовец. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2024 – 100 с.: ил., табл.
2. Автоматизация процессов химических производств: учебное пособие/ А.А. Боряев, С.А. Боряев. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 160 с. : ил., табл.
3. Проектирование автоматизированных систем управления: учебное пособие для вузов/ В.В. Тугов, А.И. Сергеев, Н.С. Шаров. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 172 с. : ил. – Текст: непосредственный.

УДК 66.011

ОСИПОВА О.Ю., ВАДОВА Л.Ю.

РАЗРАБОТКА КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ СЕПАРАТОРА В СТАДИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ХЛОРИРОВАНИЯ ЭТИЛЕНА

Дзержинский политехнический институт (филиал) им. Р.Е. Алексеева

Сепаратор окислительного хлорирования этилена представлен на рис. 1. Утилизация тепла химических реакций, происходящих в процессе окислительного хлорирования, происходит с получением пара среднего давление в сепараторе. Он представляет собой вертикальный цилиндрический аппарат с внутренним сепарационным устройством в средней его части и выносной колонной контроля уровня жидкости [1].

Из сепаратора через два раздельных вводных штуцера производится подача питательной воды в нижние распределительные коллекторы теплообменного устройства, расположенного в средней части реактора. После них вода поступает в трубные элементы теплообменного устройства, объединенные в параллельные блоки, и за счет ее вскипания в трубах постоянно засасывается в них. С помощью испарения воды производится снятие тепла и поддержание температуры в зоне реакции. Водяной пар из труб поступает в выходной кол-

лектор пара, расположенный в верхней части теплообменного устройства, и через два раздельных штуцера пар выводится в сепаратор. Назначение сепаратора: разделение пара и конденсата. Цель функционирования: получение пара среднего давления.

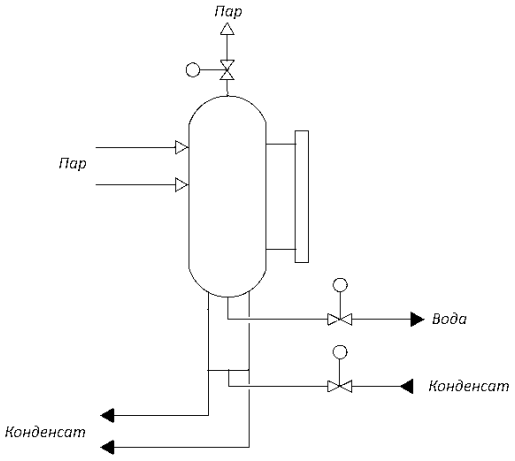


Рис. 1. Принципиальная схема объекта

Таблица 1. **Регламентные ограничения на технологические параметры**

Наименование показателя	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
Уровень в сепараторе	20%	25%
Расход пара среднего давление	0 кг/час	45000 кг/час
Расход питательной воды	800 кг/час	1200 кг/час
Расход конденсата	7200 кг/час	46200 кг/час
Температура питательной воды	2000 °С	2600 °С
Давление в сепараторе	1,5 МПа	2,67МПа

Показателем эффективности объекта является обеспечение заданного давления пара среднего давления на выходе из сепаратора. Критерий эффективности химико-технологического процесса можно записать в форме (1):

$$R = (\text{Давление заданное} - \text{Давление на выходе})^2 \quad (1)$$

Задача управления реактором заключается в обеспечении минимума величины R, т.е. система управления должна поддерживать режим работы аппарата, при котором R→min (в пределе R=0), путем изменения управляющих (регулирующих) переменных.

---

1. ГОСТ 21.208-2013. Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условных приборов и средств автоматизации в схемах: дата введения 2014-11-01. –М.: Стандартинформ, 2015-31 с.

УДК 621.3: 519.8

САВЧУК В.С., ПЛЕХОВ А.С.

ВЫВЕРКА ВЫХОДНЫХ ДАННЫХ СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для обеспечения согласования между входными и выходными напряжениями трансформатора с плавной регулировкой частоты нужно преобразовательное звено повышенной

частоты (ПЗПЧ) и источник питания (ИП) с возможностью использовать модуляцию их параметров для выверки режимов работы оборудования. Это необходимо для передачи переменного тока из сети в постоянный ток, используемый в сварочной нагрузке. Параметры *U, I, f* и *Bm* данного ключевого элемента ИП являются определяющими для работы инверторного преобразователя в различных режимах, а также для конструкции сварочного аппарата [1].

Сварка непрерывным оплавлением подвержена влиянию отклонений напряжения [2]. При сварке оплавлением, детали, на которые подается напряжение, сближаются с небольшим давлением на своих краях. В результате этого сближения, в отдельных точках возникают электрические контакты, которые имеют большое сопротивление из-за отсутствия сжимающей силы. При прохождении большого сварочного тока через этот контакт, металл быстро плавится, образуя жидкие соединения между торцами. Эти соединения взрывообразно разрушаются, выбрасывая металлические частицы из стыка. Частицы и пары металла, образующиеся в процессе, предотвращают окисление торцов. После того, как тонкий слой расплавленного металла образуется на торцах и достаточно прогревает детали по всей длине, они сжимаются силой вдоль оси (осаживаются). В результате расплавленный металл выходит из зазора, а нагретый металл, находящийся ниже, подвергается пластической деформации и сваривается. В процессе формируется большой поток данных, которые можно получить с трансформатора и при подробном анализе использовать для оптимизации работы электрической цепи.

Для получения конечного результата, качественного сварного стыка, при управлении сложным многомерным объектом, таким как шов, для определения текущих координат стыка по длине, можно использовать аппроксимацию [3]. Вместо того, чтобы запоминать все координаты, стык автоматически разбивается на кусочно-линейные участки, которые приближают криволинейный стык с заданной точностью. Для каждого участка необходимо сохранить только координату конечной точки участка в памяти компьютера. Одновременно с этим каждый участок, может нести информации: о толщине свариваемой детали, длине участка, геометрическом положении (нижнее, горизонтальное, потолочное и другие).

Сведя в единообразный формат все эти данные, можно получить на выходе типовые характеристики технологического процесса для дальнейшей его автоматизации.

Библиографический список

1. Мартынов Н.О. Электропитание установок дуговой сварки в системах электроснабжения // Научное периодическое издание «IN SITU». №4. 2015.
2. Козлов И.К., Сироткин. Д.Г. Исследования и разработки в области анодной сварки. Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, Н. Новгород, 2014.
3. Парамонов С.В. Электросварочные процессы и оборудование: учеб. пособие. СПб: СПбГУ «ЛЭТИ», 2011. 67 с.

УДК 629.7.054

ЕРМОКРАТЬЕВА А. Д, САНКИНА Я.А.

РАЗРАБОТКА БАРОМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ВЫСОТЫ И СКОРОСТИ ПОЛЕТА МАЛОГАБАРИТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал),
АО «Арзамасское научно-производственное предприятие «ТЕМП-АВИА»

Одним из наиболее важных направлений развития гражданской авиации в Российской Федерации на сегодняшний день является создание малогабаритных воздушных судов (ВС) в

целях освоения Арктики (перевозка людей и грузов в районах Крайнего Севера, определение толщины льда на ледовых аэродромах и на всем протяжении Северного морского пути), для обеспечения связанности отдаленных населенных пунктов в разных районах РФ (где отсутствуют подготовленные взлетно-посадочные полосы), и для решения специальных задач.

Обязательным условием для эксплуатации как гражданских ВС, так и летательных аппаратов специального назначения является применение в составе пилотажно-навигационных комплексов информационно-измерительных устройств, основанных на барометрическом методе определения основных параметров для воздушной навигации и безопасного пилотирования.

Изначально для этой цели использовались электромеханические приборы: барометрические высотомеры на основе анероидных коробок. Такие приборы имели множество недостатков: сложность регулировки и тарировки, существенные габаритные размеры, функциональные ограничения, отсутствие информационных связей с другими приборами и системами. В ходе проведения исследования был проведен анализ технических характеристик барометрических измерительных устройств со схожими характеристиками. По результатам анализа разработана функциональная схема барометрического измерителя и внешний вид, представленные на рис. 1, 2.

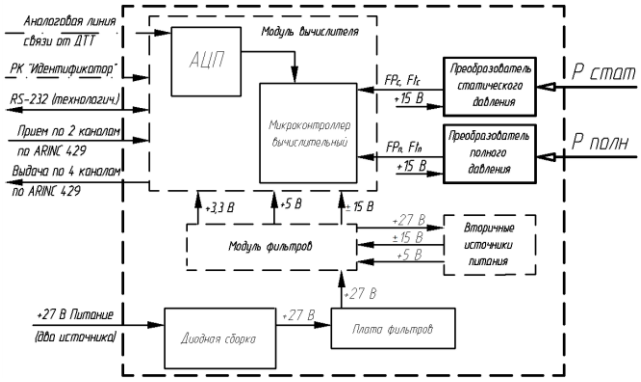


Рис.1. Функциональная схема

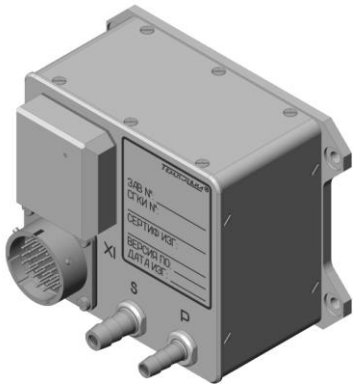


Рис.2. Внешний вид измерителя

Техническим результатом такого подхода является снижение массогабаритных характеристик барометрического измерителя (что позволит применять его в составе малогабаритных пилотируемых ЛА и беспилотных ЛА), существенное расширение его функциональных возможностей и более глубокий уровень интеграции и взаимодействия с другими системами пилотажно-навигационного комплекса.

УДК 004.8 + 621.385.69

СМОЛИН П.А.[1,2], ФЕДОСЕНКО Ю.С.[1]

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ВКЛЮЧЕНИЯ ГИРОТРОНА НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ОБУЧЕННОЙ НЕЙРОННОЙ LSTM-СЕТИ

[1]Волжский государственный университет водного транспорта
[2]Институт прикладной физики имени А.В. Гапонова-Грехова РАН

Технология управляемого термоядерного синтеза основана на реализация реакции слияния ядер изотопов водорода дейтерия и трития, для чего они должны преодолеть взаимное электростатическое отталкивание – кулоновский барьер. Один из перспективных вариантов решения этой задачи предполагает использование гиротронных комплексов (гиротронов) – разновидности мазеров на циклотронном резонансе, сочетающих в себе компактность, вы-

сокие мощность и КПД. В мощных гиротронах максимальный КПД достигается, как правило, в режиме жёсткого возбуждения рабочей моды, для чего требуется отработать адекватный сценарий его включения, т.е. определить характер изменения тока и напряжения в процессе включения комплекса.

Вместе с тем, как показывают эксперименты, в процессе включения гиротрона может произойти выброс тока и (или) напряжения катода (анода) на фронте импульса СВЧ с последующим срывом генерации рабочей моды и, соответственно, возбуждение паразитной моды. Отмеченная ситуация связана с неконтролируемым повышением тока катода и потенциальным его разрушением. Соответственно, с целью предотвращения аварийных последствий актуальной является задача прогноза возникновения нештатной ситуации в реальном времени.

Для решения задачи прогноза в работе предлагается подход, заключающийся в обучении рекуррентной нейронной сети на основе предобработки базы исторических данных архивных сеансов включения гиротрона с разделением их на две подбазы, соответственно содержащие: а) исторические данные по архивным сеансам включения гиротроннного комплекса с переходом его в номинальный режим работы; б) исторические данные по архивным сеансам включения гиротрона с возникновением угрозы аварийной ситуации. В качестве исторических использовались массивы 8000 архивных сеансов включения гиротрона за последние 10 лет от момента выполнения пуско-наладочных работ первой версии автоматизированной системы управления и защиты гиротронного комплекса.

Данные архивных сеансов представляют собой многомерный временной ряд, хранящий в себе значения токов и напряжений источников питания компонентов гиротронного комплекса, а также показания ряда его вспомогательных устройств. Соответственно, задача прогнозирования параметров гиротрона в процессе включения сводится к задаче прогнозирования многомерного временного ряда.

Масштабирование такого подхода не представляется возможным, поскольку специфика каждого гиротрона заключается в его уникальности и уникальности режимов его работы, исключая таким образом из возможных подходов к решению задачи прогнозирования методы экстраполяции. Однако наличие достаточно большого массива архивных сеансов работы гиротрона позволяет прогнозировать динамику значений его параметров при включении на основе модели, построенной методом машинного обучения рекуррентной нейронной LSTM-сети, с архитектурой «долгая краткосрочная память». Нейросети такого типа обладают способностью обрабатывать данные с протяженными во времени задержками и запоминать информацию в течение длительного периода времени. При этом первичная фильтрация данных осуществляется по определяемым экспертом критериям, а полученная таким образом модель используется для вторичной фильтрации методом блокирующей кросс-валидации временных рядов и последующего дообучения модели.

УДК 681.5

СУСАНОВ С.С., КЕЧКИНА Н.И.

РЕАЛИЗАЦИЯ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ОЧИСТКИ ПРОПИЛЕНА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Рассматриваемым технологическим объектом является реактор с неподвижным слоем катализатора, в котором происходит очистка пропилена от примеси сероокиси углерода. Реализуемый процесс адсорбции представляет собой процесс поглощения каких-либо компонентов из объема гомогенных сопредельных фаз на поверхности раздела этих фаз.

Реакторы с неподвижным слоем катализатора являются наиболее распространенными в области каталитических технологий. Слой катализатора представляет собой неоднородную

систему, состоящую из двух фаз: твердых частиц катализатора и промежутков между ними, по которым движется исходное вещество.

Под математической моделью реактора понимают систему уравнений, позволяющих рассчитать в реакторе изменение концентрации, температуры и давления. Для того, чтобы получить приемлемую по точности аналитическую модель можно исключить из рассмотрения малозначимые явления и процессы, приняв допущения: объект имеет сосредоточенные координаты; теплофизические параметры считаем постоянными; потери вещества и энергии во внешнюю среду отсутствуют; принимается поршневое течение потока без перемешивания вдоль потока при равномерном распределении субстанции в направлении, перпендикулярном движению.

Считаем, что все элементы среды проходят через реактор за одинаковое время и претерпевают одну и ту же последовательность изменений давления, температуры и концентрации. Молекулы реагентов и продуктов реакции не диффундируют из одного элемента среды в другой при прохождении через реактор.

Исходным соотношением математического описания процессов в аппарате является общий материальный баланс, составленный для отдельных компонентов потока.

Материальный баланс по целевому компоненту в газовой фазе

$$\rho_{ог} \cdot S_{апп} \cdot h_{апп} \cdot \frac{\mathrm{d}x_{ог}}{\mathrm{d}t} = G_{г} \cdot x_{г} - G_{ог} \cdot x_{ог} - M_{г}\,, \qquad (1)$$

где $\rho_{ог}$ – плотность очищенного газа, кг/м^3; $S_{апп}$ – площадь поперечного сечения аппарата, м^2; $h_{апп}$ – высота аппарата, м; $x_{г}$, $x_{ог}$ – доля извлекаемого компонента в исходном и очищенном газе соответственно; $G_{г}$, $G_{ог}$ – массовые расходы исходной газовой смеси и обедненной газовой смеси соответственно, кг/ч; $M_{г}$ – масса целевого компонента, переходящая из газовой фазы в единицу времени, кг/ч.

Материальный баланс по газовой фазе

$$\frac{V_{ог} \cdot M_{ог}}{R \cdot T_{ог}} \frac{\mathrm{d}P_{ог}}{\mathrm{d}t} = G_{г} - G_{ог} - M_{г}\,, \qquad (2)$$

где $M_{ог}$ – мольная масса обедненной газовой смеси, кг/моль; $V_{ог}$ – объем газовой фазы в колонне, м^3; R – универсальная газовая постоянная; $T_{ог}$ – температура в колонне (по газовой фазе), К; $P_{ог}$ – давление в колонне, Па.

Дальнейшее исследование математической модели позволяет осуществить выбор оптимальной системы управления.

С использованием математического пакета Matlab возможно реализовать решение математической модели технологического объекта управления, что позволит осуществить обработку и анализ данных полученных от датчиков, разработать и реализовать алгоритмы управления.

УДК 681.5

СУТЯГИН Д.К., КЕЧКИНА Н.И.

ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР ПРОГРАММИРУЕМОГО ЛОГИЧЕСКОГО КОНТРОЛЛЕРА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ УЗЛОМ ДИСТИЛЛЯЦИИ КАРБАМИДА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Программируемый логический контроллер позволяет автоматизировать процесс и повысить эффективность производства, а также обеспечить безопасность и соблюдение стандартов качества и экологических норм. Для обоснования выбора оборудования на среднем уровне АСУТП необходимо учитывать информационную нагрузку участка или всего техно-

логического процесса, предусмотрев 20 % запас для возможного расширения. Поэтому на среднем уровне (уровень автоматического управления) АСУТП может применяться один или несколько программируемых логических контроллером (ПЛК) в зависимости от производства. В данном случае рассматривается лишь узел дистилляции, из-за чего рационально будет использовать один ПЛК с модулями ввода-вывода при необходимости. Расчёт информационной нагрузки представлен в табл. 1.

Таблица 1. **Информационная нагрузка**

Сигнал	Нагрузка	Запас (20%)	**Итого**
AI	15	3	**18**
AO	5	1	**6**
DI	5	1	**6**
DO	0	0	**0**

Для корректного выбора ПЛК, необходимо провести сравнительный анализ оборудования, предлагаемых различными фирмами, с последующим выбором модулей ввода-вывода. Предложено рассмотреть и сравнить характеристики трех вариантов ПЛК: ОВЕН ПЛК210; АБАК ПЛК К3; Regul R500. Сравнительный анализ характеристик контроллеров приведен в табл. 2.

Таблица 2. **Сравнительный анализ ПЛК**

Характеристика	ОВЕН ПЛК210	АБАК ПЛК К3	Regul R500
Центральный процессор	RISC-процессор 800 МГц	RISC-процессор 1 ГГц	RISC-процессор 1,96 ГГц, 4 ядра
Оперативная память	256 Мбайт	512 Мбайт	2048 Мбайт
Количество портов Ethernet	4	3	4
Степень защиты корпуса по ГОСТ 14254–96	IP20	IP20	IP20
Поддерживаемые промышленные протоколы	Modbus-TCP, OPC UA, MQTT, SNMP, Modbus RTU, Modbus ASCII, ОВЕН	Modbus-TCP, OPC UA, Modbus RTU, PROFINET	Modbus-TCP, OPC UA, Modbus RTU, PROFIBUS, RegulBUS, HART
Потребляемая мощность, не более	16	16	20
Срок службы	8 лет	6 лет	8 лет
Стоимость, руб.	64 900	62 900	162 500

С учётом технических характеристик и стоимости, наиболее оптимальным является **ОВЕН ПЛК210**. Для него были выбраны следующие модули ввода-вывода: ОВЕН МВ210-101, 8 сигналов аналогового ввода на модуль в количестве двух штук; ОВЕН МУ210-502, 6 сигналов аналогового вывода на модуль в количестве одной штуки; ОВЕН МВ210-204, 6 сигналов дискретного ввода на модуль в количестве одной штуки.

Данные модули удовлетворяют информационной нагрузке узла с учётом запаса в 20 %, поэтому выбор и обоснование оборудования среднего уровня АСУТП можно считать завершенным.

УДК 681.518.22

СЫЧЁВ К.С., ЯМПУРИН Н.П., ШАРОВ В.А., ЖИДКОВА Н.С.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЦЕЛОСТНОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Решение задачи повышения производительности труда в производстве радиоэлектронных средств (РЭС) возможно лишь при сокращении трудозатрат на контрольные операции. В процессе производства радиоэлектронных изделий до 80% трудозатрат приходится на регулировочные работы, контроль процессов и испытания. В связи с этим еще в XX веке была начата разработка автоматизированных средств контроля (АСК), что позволяет снизить стоимость производства РЭС и повысить их качество за счет более глубокого контроля [2].

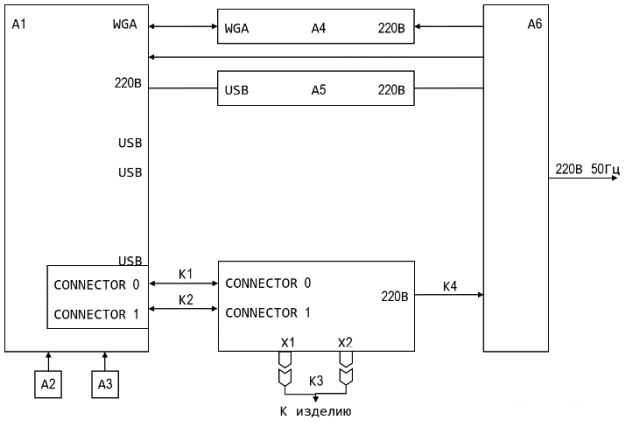


Рис.1. Структурная схема АСК-ЦЦ

Соответствующая структурная схема автоматизированной системы контроля целостности электрических цепей (АСК ЦЦ), реализованная на основе промышленного компьютера, представлена на рисунке 1. Данная схема имеет семь функционально законченных блоков и шесть кабелей. Основными можно считать блоки: А1, А1.1, А6, А7 [1].

Принцип работы АСК ЦЦ заключается в осуществлении блоком А1 систематизации данных и управления модулем сопряжения (МС) с помощью субблока А1.1 который обеспечивает прямую и обратную связь с блоком А7, путем формирования управляющих и стимулирующих сигналов через кабели К1, К2.

Блоки А2, А3 являются периферийными устройствами ввода, позволяющими производить настройку определенных параметров. Блоки А4, А5 являются периферийными устройствами вывода, монитор служит для зрительного контроля проверяемых параметров, а принтер позволяет распечатать результаты, в том числе акт выполненных работ.

Модуль сопряжения А7, в свою очередь осуществляет коммутацию и контакт с проверяемым жгутом изделия с помощью кабеля К3. Блок А6 является бесперебойным источником питания, питаемым от сети 220В 50Гц.

Одним из средств, существенно повышающих надежность и достоверность результатов контроля АСК, является самоконтроль. Эффективным способом его осуществления является включение вместо объекта контроля устройства с известными или контролируемыми характеристиками, имитирующего реакцию проверяемого жгута на входные воздействия.

В настоящее время завершился разработка всего измерительного тракта в виде 32 идентичных 8-разрядных секции. Предполагается монтаж всех составных частей АСК-ЦЦ в рэковую стойку 19 дюймов для быстрого демонтажа и обслуживания.

Библиографический список

1. Ямпурин Н.П. Отказоустойчивые устройства цифровой обработки сигналов / Н.П. Ямпурин, В.Л. Волков, В.А. Шаров В.А. – М.: МАИ, 1989 . – 32 с.

2. Гриченко С.И. Средства автоматизированного контроля параметров гироскопических датчиков угловых скоростей / С.И. Гриченко, Ю.А. Затейкин, В.А. Новичихин. – М.: Машиностроение, 1974. – 188 с.

УДК 681.5

УГАРОВ Н.М., КЕЧКИНА Н.И.

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧ ИССЛЕДОВАНИЯ ПО АВТОМАТИЗАЦИИ РЕАКТОРА ЕМКОСТНОГО ТИПА В ПРОИЗВОДСТВЕ НИКОТИНАМИДА

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Никотинамид – амид никотиновой кислоты, витаминное средство. По химическому строению и фармацевтическому действию близок к никотиновой кислоте, химическая формула $C_6H_6N_2O$, синонимы – витамин РР или B_3. Никотинамид получают действием аммиака на никотиновую кислоту (при 230 °С) или водные или спиртовые растворы эфиров никотиновой кислоты. В промышленных масштабах для получения никотинамида используют 5-этил-2-метилпиридин или 3-метилпиридин.

В рассматриваемом примере, технологический объект управления представляет собой реактор емкостного типа с перемешивающим устройством. В реакторе осуществляется реакция гидролиза исходного вещества раствора 3-цианопиридина и раствора гидроксида натрия в раствор никотинамида. Протекающий процесс является непрерывным.

Показателем эффективности процесса является концентрация получаемого никотинамида, а целью управления – достижение определенного (минимально возможного для данных производственных условий) значения этой концентрации.

Для регулирования концентрации извлекаемого компонента применяются специализированные системы контроля и управления. Один из методов регулирования концентрации извлекаемого компонента – это использование датчиков, которые могут измерять концентрацию компонента в реакторе. Эти данные поступают на контроллер, который анализирует их и при необходимости выдает управляющий сигнал для поддержания заданной концентрации компонентов в процессе осуществления реакции.

Эффективное управление и регулирование концентрации извлекаемого компонента реактора важно для обеспечения стабильности процесса, эффективного использования ресурсов и обеспечения требуемого качества продукции. Управление этим параметром может быть реализовано как автоматически, так и с использованием операторского вмешательства в зависимости от необходимых требований производства.

Для контроля концентрации компонентов в системе используются датчики, способные измерять содержание вещества в газовой или жидкой фазе. Полученные данные передаются на контроллеры, которые осуществляют анализ и выдают управляющие сигналы

Целью работы является оптимизация системы управления реактором емкостного типа в производстве никотинамида. Для достижения поставленной цели необходимо решить ряд задач, перечисленных далее.

1. Провести анализ современной промышленно-экономической, научно-технической, нормативной, методической литературы с целью изучения существующих методов управления реактором емкостного типа.

2.Разработать математическую модель процесса с целью анализа влияния различных возмущающих параметров на качество выпускаемого продукта.

3. Выявить возможные проблемы и недостатки в управлении емкостным реактором в производстве никотинамида.

4. Разработать концепции автоматизированной системы управления процессом.

5. Осуществить оптимизацию системы управления процессом, что, в свою очередь, позволит повысить эффективность производства.

Общие подходы к регулированию процесса получения никотинамида включают в себя комплексный подход к контролю температуры, концентрации и давления, а также использование автоматизированных систем управления, которые обеспечивают стабильность и эффективность процесса.

УДК 681.5

ХАЗАНОВ Т.С., КЛИМОВ К.А., КЕЧКИНА Н.И.

ОБОСНОВАННЫЙ ВЫБОР СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА СТАДИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ ДЕАЭРИРОВАННОЙ ВОДЫ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Автоматическая система управления и контроля содержит в качестве функционально необходимых элементов один или несколько измерительных преобразователей, служащих для измерения действительного значения управляемой или контролируемой величины и преобразования этого значения в сигнал для дальнейшей передачи по каналам управления.

Одним из важнейших контролируемых технологических параметров при приготовлении деаэрированной воды является температура технологического газа после змеевика деаэратора. Регламентные ограничения для данного параметра представлены в табл. 1.

Таблица 1. **Регламентные ограничения на технологический параметр**

Наименование показателя	Минимально допустимое значение	Максимально допустимое значение
Температура технологического газа после змеевика деаэратора Е-012	110˚С	140˚С

Для корректного выбора измеряющей аппаратуры, необходимо провести сравнительный анализ датчиков температуры. Существуют две основные группы датчиков температуры: контактные и бесконтактные. К бесконтактным преобразователям относятся пирометры излучения, действие которого основано на зависимости лучеиспускания нагретых тел от их температуры. При контактном способе о степени нагретости вещества судят по изменению температурозависимых свойств датчиков. Предложено рассмотреть и сравнить характеристики трех вариантов датчиков температуры: Метран-274-05-60; Элемер П0304-ВТ; Элемер ТС-1088. Сравнительный анализ характеристик средств измерений приведен в табл. 2.

Таблица 2 **.Сравнительный анализ датчиков температуры**

Характеристика	Метран-274-05-60	Элемер П0304-ВТ	Элемер ТС-1088
Тип прибора	Датчик температуры с унифицированным выходным сигналом	Датчик температуры с унифицированным выходным сигналом	Первичный преобразователь температуры
Диапазон измерений, °С	0÷180	-50÷250	-50÷350
Погрешность, %	0,25	0,2	0,15
Степень пылевлагозащиты	IP65	IP66	IP65
Вид взрывозащиты	Exd	Exd	Exd
Срок службы	8 лет	10 лет	6 лет
Стоимость, руб.	6000	9 600	9 000

К основным требованиям, предъявляемым к датчикам систем управления, относятся: высокая динамическая и статическая точности; надёжность в условиях, определённых техническими требованиями; высокая чувствительность и т.д. Проанализировав данные, представленные в табл. 2, можно отметить, что датчик Элемер ТС-1088 имеет минимальную погрешность измерения. Однако Элемер ТС-1088 является первичным преобразователем температуры, следовательно, требуется дополнительно нормирующий преобразователь для преобразования сигнала в унифицированный выходной сигнал.
Таким образом, с учетом приведенных технических характеристик, для приготовления деаэрированной воды был выбран датчик температуры Метран-274-05-60.

УДК 681.5

ХРЕНОВА К.В., КЕЧКИНА Н.И.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ЭКСТРАКЦИИ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е.Алексеева

Узел водной экстракции (рис. 1) ценных компонентов из кубового остатка, предназначенный для извлечения гидрохинона и акриловой кислоты, состоит из динамического смесителя поз. ДС-1 и сепаратора с разделительной стенкой поз. С-2. В динамический смеситель подается кубовый остаток и технологическая вода в соотношении 1 : 6,33 (1 : 5 по массе). В смесителе поз. ДС-1 входящие потоки технологической воды и кубовых остатков перемешиваются механической мешалкой, диспергируются и образуют эмульсию из взаимно нерастворимых жидкостей, в которой одна представляет собой сплошную фазу, а вторая – мелкие капельки с большой суммарной поверхностью контакта фаз. Через эту поверхность происходит перенос целевого компонента из исходного растворителя в массу экстрагента.

После смешения эмульсия из смесителя поз. ДС-1 самотеком поступает в сепаратор поз. С-2, где за счет разности плотностей двух несмешивающихся жидкостей происходит отделение экстракта и рафината.

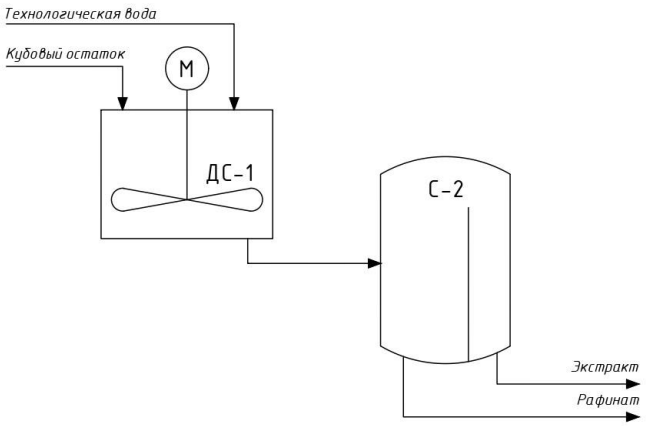


Рис. 1. Принципиальная схема объекта

При подобном однократном взаимодействии экстрагента и исходного раствора при достаточном времени контакта могут быть получены близкие к равновесным составы экстракта и рафината.

В качестве показателя эффективности технологического процесса выделяем концентрацию экстракта.

Для данного аппарата материальный баланс по целевому компоненту может быть записан в виде уравнения

$$G_{куб} \cdot x_{куб} + G_{т.в.} \cdot x_{т.в.} = G_{экст.} \cdot x_{экстр.} + G_{раф.} \cdot x_{раф.}, \quad (1)$$

где $G_{куб.}$, $G_{т.в.}$, $G_{раф.}$, $G_{экстр.}$ – массовый расход кубовых остатков, технологической воды, рафината и экстаргента соответственно, кг/м^3;

$x_{куб}$, $x_{т.в.}$, $x_{экст.}$, $x_{раф.}$ – массовые концентрации кубовых остатков, технологической воды, рафината и экстаргента соответственно.

Материальный баланс по жидкому веществу может быть записан в виде уравнения

$$G_{куб} + G_{т.в.} = G_{экст.} + G_{раф.}, \quad (2)$$

Уравнения материального баланса позволяют рассчитать необходимое количество экстрагента, при котором возможно экстракционное выделение целевого компонента (экстракта) при физико-химических свойствах конкретной смеси.

УДК 528.74

СВИСТУНОВ М.А.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

В сфере конструирования различных авиационных приборов и устройств применяют многочисленные базовые измерительные приборы, среди которых одну из ведущих позиций занимают гироскопические устройства. Основное их применение – измерение отклонения положения связанных с гироскопом конструкций. Для функционирования такого гироскопического устройства может требоваться более десятка различных питающих напряжений разной полярности, частоты и амплитуды сигнала.

В данной работе разрабатывается автоматизированная система контроля, к которой предъявляются требования по проверке сигналов, представляющих собой набор дифференциальных сигналов постоянного напряжения различной амплитуды, а так же специфический сигнал, имеющий нетипичную для напряжений питания амплитуду и отличную от единицы частоту.

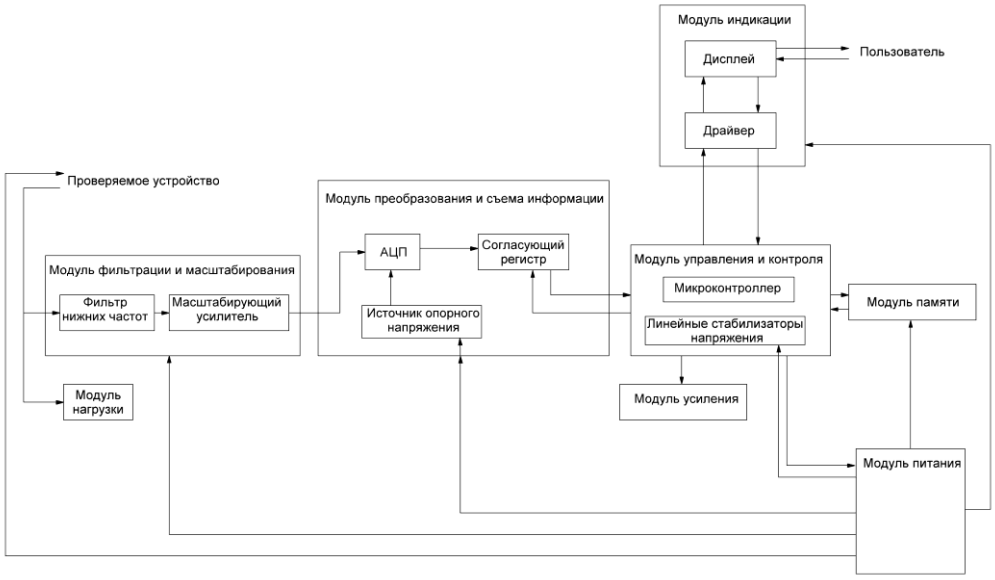


Рис.1 Структурная схема автоматизированной системы контроля

Автоматизированная система контроля может использоваться в производственных и испытательных цехах или специальных помещениях, где происходит проверка, регулировка и приработка собранных изделий. Необходимо предусмотреть простоту, удобство и понятность использования системы низкоквалифицированным персоналом.

Разрабатываемая система контроля позволит проверить широкий спектр сигналов питающих напряжений гиромоторов. Система является самодостаточным изделием, не требующим подключения дополнительных управляющих устройств.

Библиографический список

1. Д.Ю. Муромцев, О.А. Белоусов, И.В. Тюрин, Р.Ю. Курносов Конструирование блоков радиоэлектронных средств – Лань, 2019
2. В. Васильев, Э. Муро, С. Смольский Основы теории и расчета цифровых фильтров. Учебное пособие – Инфра-М, 2017
3. Тугов В.В., Шаров Н.С., Сергеев А.И. Проектирование автоматизированных систем управления – Лань, 2019

СЕКЦИЯ 11

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

УДК338.12.2(7)

БАРАБАНОВ Д.С.

КЛАССИФИКАЦИЯ СТРАТЕГИЙ: ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ И ПРИНЦИПЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стратегия играет важную роль в деятельности любой организации, помогая определить цели, выработать планы и достичь успеха на рынке. Общепринято разделять стратегии по различным критериям, чтобы облегчить их понимание и осуществление. Давайте рассмотрим основные виды классификации стратегий.

1. По времени

Стратегии могут быть разделены на долгосрочные, среднесрочные и краткосрочные в зависимости от периода, на который они ориентированы. Долгосрочные стратегии обычно охватывают период от 5 лет и более и направлены на достижение долгосрочных целей компании. Среднесрочные стратегии рассчитаны на 1-5 лет и помогают осуществить операционные планы на ближайшие годы. Краткосрочные стратегии, в свою очередь, ориентированы на текущие задачи и могут приниматься на период от нескольких месяцев до года.

2. По уровню управления

В зависимости от уровня управления в организации, стратегии делят на корпоративные, бизнес- и функциональные. Корпоративные стратегии разрабатываются на уровне высшего руководства и определяют общие стратегические цели и направления развития компании. Бизнес-стратегии фокусируются на развитии конкретных направлений бизнеса, а функциональные стратегии определяют действия конкретных подразделений или функций компании.

3. По типу

В зависимости от самой сути стратегии, ее можно разделить на ряд типов. Стратегии роста направлены на увеличение объемов продаж, прибыли, рыночной доли компании. Стратегии диверсификации ориентированы на развитие новых направлений бизнеса. Стратегии конкуренции помогают формировать конкурентные преимущества и побеждать на рынке.

4. По подходу

Существует множество подходов к классификации стратегий, включая инновационные стратегии, маркетинговые стратегии, операционные стратегии, ценовые стратегии и другие. Каждый подход имеет свои особенности и цели, которые помогают сориентироваться в разнообразии стратегических решений [1].

Классификация стратегий играет первоочередную роль в понимании и эффективном применении стратегического управления. Правильный выбор стратегии способствует достижению поставленных целей и обеспечивает конкурентные преимущества компании на рынке. Каждая организация должна проводить анализ своего бизнеса и окружения, чтобы выбрать наиболее подходящие стратегии и успешно реализовать их.

1. Мансуров Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.

УДК 001

БУРЗИЛОВА Д. Д., МУРАШОВА Н. А.

ОТ АЛГОРИТМОВ К СИНЕРГИИ: ЭВОЛЮЦИЯ МЭТЧИНГОВЫХ ЧАТ-БОТОВ В ФОРМИРОВАНИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире профессиональные сообщества становятся удобной площадкой для обмена знаниями, опытом и идеями. Профессиональное сообщество – это некоммерческая негосударственная организация, объединяющая людей на основании общих интересов, целей, задач, профессиональных навыков, потребностей, разделяющих единую ментальную установку, а также обладающих механизмами управления производительными силами региона [1, с. 150]. С развитием технологий и появлением новых способов коммуникации сообщества сталкиваются с вызовом эффективного соединения своих участников. В этом контексте мэтчинговые чат-боты, использующие алгоритмы машинного обучения, становятся все более популярными.

Мэтчинговые чат-боты были разработаны для автоматического поиска и связывания пользователей с общими интересами или целями. Этот процесс включает в себя анализ данных профиля пользователей и поиск наиболее подходящих соединений среди них. Ключевыми техническими задачами здесь являются улучшение точности и релевантности рекомендаций, а также уменьшение времени отклика бота на запросы пользователей. Одним из вызовов, стоящих перед разработчиками подобных чат-ботов, является обеспечение их способности адаптироваться к изменяющемуся контексту и динамике сообщества. Для этого необходимо использование методов адаптивного машинного обучения и алгоритмов, способных учитывать изменения в предпочтениях и поведении пользователей.

Большой интерес представляет не только процесс соединения пользователей, но и способы стимулирования взаимодействия между ними. Синергия, как явление, превосходящее простое совпадение интересов, становится ключевым фактором в развитии профессиональных сообществ. Мэтчинговые чат-боты могут выступать в качестве катализаторов этого процесса, предлагая не только контакты, но и организуя встречи, мероприятия, обсуждения и проекты, способствующие сотрудничеству и обмену опытом.

Таким образом, мэтчинговые чат-боты – это не просто инструменты для автоматического связывания людей, а возможность создания целых экосистем, способствующих развитию профессиональных сообществ. Одной из перспектив их развития является интеграция с другими платформами и технологиями, такими как виртуальная реальность или дополненная реальность. Это позволит создавать более интерактивные и привлекательные среды для взаимодействия между участниками сообщества. Использование методов графовых баз данных для анализа и визуализации связей внутри сообщества позволит не только лучше понимать его структуру, но и предлагать более релевантные рекомендации и инициативы для его развития.

---

1. Попова М. А. Институциональные сообщества как особый тип субъектов управления развитием производительных сил регионов // Институциональная трансформация экономики: человек и социум (ИТЭ-ЧС 2021) Материалы VII Международной научной конференции. Томск, 2021. С. 150-151.

УДК 330

ЕРОФЕЕВ А.Д.

РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ОБЕСПЕЧЕНИИ КИБЕРБЕЗОПАСНОСТИ

МАОУ «Школа №131» г. Нижний Новгород

Цифровая сфера в современном мире стала неотъемлемой частью нашей жизнедеятельности, а информация выступает основным активом. Кибербезопасность стала приоритетной задачей для предприятий и государств, которые используют различные технологии для защиты своих систем и данных. Искусственный интеллект (ИИ) играет ключевую роль в обеспечении кибербезопасности. ИИ имеет большой потенциал для защиты от киберугроз. Он может быстро обрабатывать огромные объемы данных и находить угрозы, которые могут остаться незамеченными при ручном анализе. ИИ может обучаться на основе предыдущих атак и использовать полученные знания для защиты от будущих угроз.

Одним из примеров использования искусственного интеллекта в кибербезопасности является система обнаружения вторжений. Эта система использует ИИ для анализа трафика на сети и обнаружения необычных паттернов поведения, которые могут указывать на наличие вредоносных программ или хакерских атак. ИИ может анализировать большие объемы данных, чтобы определить, какие паттерны поведения являются нормальными, а какие – нет. Еще одним примером использования искусственного интеллекта в кибербезопасности является система анализа уязвимостей. ИИ может анализировать код приложений и определять, где могут быть найдены уязвимости [2]. Это позволяет разработчикам программного обеспечения быстро находить и устранять уязвимости до того, как они будут использованы злоумышленниками. На данный момент существует большое количество программных продуктов, использующих ИИ для обеспечения кибербезопасности. Одним из таких является современная платформа для защиты сайтов «Nemesida WAF», которая использует модуль машинного обучения «Nemesida AI». Такой модуль позволяет сократить до 0.01% количество ложных срабатываний, повысить точность определения до 99.98%, выявлять атаки методом перебора и новые векторы с учетом совокупности признаков атаки и прецедентной базы [1].

Одним из ключевых преимуществ использования ИИ в кибербезопасности выступает возможность быстрого обнаружения и реагирования на угрозы. ИИ может обрабатывать огромные объемы данных и находить угрозы, которые могут остаться незамеченными при ручном анализе. Это позволяет защитить организации и государства от потенциальных атак и сократить риски для бизнеса и национальной безопасности.

Использование ИИ в кибербезопасности имеет недостатки, например, возможность ложных срабатываний на нормальные паттерны поведения, которые приводят к ложным тревогам и ненужным затратам. Также разработка и поддержка ИИ-систем требует значительных инвестиций, что ограничивает их доступность для малых и средних организаций. Но преимущества использования ИИ в кибербезопасности перевешивают недостатки и будут приобретать лидирующие позиции в борьбе с киберугрозами.

Библиографический список

1. Nemesida AI - модуль машинного обучения Nemesida WAF // Nemesida FAW URL: https://nemesida-waf.ru/about/4578 (дата обращения 29.04.2024 г.)
2. Крюкова Т.М. Управление конкурентоспособностью промышленных предприятий и предприятий ОПК на основе вовлечения в хозяйственный оборот объектов интеллектуальной собственности. Социально-экономические и технические проблемы оборонно-промышленного комплекса России: история, реальность, иннова-

ции. Сборник статей по материалам VIII Всероссийской научно-практической конференции. Нижний Новгород, 2022. С. 58-60.

УДК 331

ЖАРАВИНА Ю.А.

РОЛЬ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ В ПОВЫШЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТИ РАБОЧЕЙ СИЛЫ КАК ФАКТОР ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РОССИИ

Нижегородский государственный педагогический университет им. К. Минина

В области отечественной экономической науки традиционной уделяется значительное внимание вопросам экономической безопасности страны. К примеру, можно упомянуть о научных трудах советских ученых-экономистов, которые теоретически обосновали стратегии индустриализации в эпоху первых пятилеток [4], а также пути восстановлении экономики после Второй мировой войны. Несмотря на это, само понятие «экономическая безопасность» является относительно новым для российской экономической науки.

Данный термин начал активно использоваться, только начиная с середины 90-х годов. В это время по инициативе руководства страны были предприняты шаги к разработке концепции экономической безопасности России [5]. Исходя из результатов данных исследований, была разработана и принята Государственная стратегия экономической безопасности Российской Федерации, которую утвердил Президент РФ указом от 29.04.1996 года под номером 608.

Этот указ значительно усилил интерес и исследовательскую активность российских ученых в изучении методов обеспечения экономической безопасности на всех уровнях: от федерального до муниципального, а также в отдельных отраслях и экономических субъектах. В последующие годы (90-е и начало 2000-х) в России было опубликовано множество книг и статей, посвященных этой тематике [3]. Также в этот период были защищены множество кандидатских и докторских диссертаций, а в ряде высших учебных заведений началось преподавание новых учебных курсов, специализирующихся на вопросах экономической безопасности.

Тем не менее, несмотря на разнообразие выполненных исследований и значительные конструктивные достижения, ряд вопросов экономической безопасности [1] все еще остается недостаточно изученными, что подчеркивает необходимость их более тщательного анализа. Среди подобных вопросов особенно важным является изучение влияния образования на экономическую стабильность на разных уровнях: на уровне страны, отраслей экономики, регионов, муниципалитетов, а также производственных и социальных структур.

На данный момент общепризнано, что образование имеет ключевое значение для экономической и, соответственно, национальной безопасности страны, а также не требует дополнительных доказательств [2]. Однако, способы, которыми образование влияет на экономическую динамику и социально-экономическую устойчивость общества, до сих пор не были полностью изучены – как внутри страны, так и на международном уровне. Это происходит несмотря на обширное количество исследований по этой теме, которые, к сожалению, преимущественно проводятся за границей.

Библиографический список

1. Демина Е.Э., Жаравина Ю.А. Профессионально-личностное развитие педагога в системе профессионального образования // Юность и знания – гарантия успеха. 2022. №2. С. 73-76.

2. Жаравина Ю.А., Назарова Е.Н. Формирование и развитие «зеленой» экономики в России // Поколение будущего: взгляд молодых ученых. 2022. №1. С. 124-127.
3. Осипова А.Н. Базовые компоненты человеческого потенциала // Вестник Московского университета МВД России. 2020. №2. С. 276-281.
4. Сажина М.А., Ильина А.А. Национальная инновационная система в условиях дестабилизации экономики // Государственное управление. 2021. №84. С. 109-128.
5. Шкарупета Е.В., Долганова Я.А., Пёрышкин М.О. Интеллектуальный цифровой технополис в контексте повышения экономической безопасности депрессивных регионов // п-Economy. 2023. №5. С. 63-77.

УДК338.12.2(7)

КОШУРИНА Т.В.

СУЩНОСТЬ МОТИВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ КОММЕРЧЕСКИМ ПРЕДПРИЯТИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мотивация является ключевым фактором в управлении персоналом любой организации, поскольку именно мотивированные сотрудники способны достигать поставленных целей и обеспечивать успех компании. Понимание сути мотивации и способов ее воздействия на персонал является важным аспектом в работе менеджеров. Мотивация влияет на человеческое поведение и достижение поставленных целей. Она играет огромную роль не только в области управления персоналом, но и в жизни каждого человека [1]. Понимание сути мотивации и способов ее применения позволяет достичь высоких результатов в работе компании.

1. Сущность мотивации

Мотивация – это внутренняя сила, которая побуждает человека к действию для достижения определенных целей. Она определяет направленность и усилие действий сотрудника в организации. Важно понимать, что мотивация может быть, как внешней (связанной с внешними стимулами, такими как зарплата, поощрения), так и внутренней (связанной с личными ценностями, удовлетворением от работы).

2. Виды мотивации

Существует множество различных видов мотивации, включая материальную, нематериальную, внутреннюю и внешнюю мотивацию. Материальная мотивация основана на финансовых стимулах, в то время как нематериальная - на нефинансовых. Например, внутренняя мотивация связана с самоутверждением, удовлетворением от самого процесса работы.

3. Роль мотивации в управлении персоналом

Мотивация играет ключевую роль в управлении персоналом, поскольку она способствует повышению производительности, улучшению качества работы, удовлетворенности сотрудников и снижению текучести кадров. Эффективный менеджмент мотивации позволяет создать благоприятную рабочую атмосферу, стимулирующую развитие и рост персонала.

4. Способы мотивации персонала

Существует множество способов мотивации персонала, включая финансовые инициативы, возможность карьерного роста, поощрение и признание достижений, обеспечение комфортных условий труда, развитие корпоративной культуры и др. Важно учитывать индивидуальные потребности и мотивы каждого сотрудника для максимальной эффективности мотивационных мероприятий.

В целом, мотивация в управлении персоналом является неотъемлемой частью успешного функционирования любой организации [2]. Понимание сущности мотивации и умение применять разнообразные способы стимулирования сотрудников позволяют добиться высоких результатов и укрепить позиции компании на рынке.

Библиографический список

1. Мансуров, Р.Ш. Определение эффективности инвестиционных проектов с учетом интересов различных участников: дисс. … канд. экон. наук: 08.00.05: защищена 16.06.2006: утв. 20.05.2007 / Мансуров Ренат Шарифович. - Н.Новгород, НГТУ. 2006.
2. Мансуров Р.Ш., Лещенко Е.С. Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Н. Новгород, НГТУ, 2013. – 215 с.

УДК 330

КРЮКОВА Т.М.

ПРИОРИТЕТНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ВЫБОРА ИСТОЧНИКОВ ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРОЕКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С каждым годом в России и в других странах мира развивается проектная деятельность в различных сферах жизнедеятельности. Любой проект проходит этапы от разработки идеи проекта до выпуска уже готовой продукции или услуги. Одним из ключевых этапов проектной деятельности выступает – инвестиционный этап. На основе подготовленного бизнес-плана и технико-экономического обоснования проекта происходит привлечение финансовых средств, без которых реализация проекта просто невозможна. А успешная реализация проекта напрямую зависит от финансирования.

Зачастую у предприятия возникает идея, которая может быть реализована в форме эффективного проекта, но собственные денежные средства либо отсутствуют, либо их недостаточно. В таких случаях, при проведении соответствующей оценки проекта, его рисков и других составляющих можно прибегнуть к получению внешнего финансирования. Около 85% проектов нуждаются во внешнем финансировании. Если выбирать наиболее оптимальный источник финансирования, то стоит отметить, что использования своих собственных денежных средств является наиболее привлекательным, так как полученную прибыль можно использовать на все желаемые потребности и нет зависимости, обязанностей перед третьими лицами [3]. Не каждый проект может получить поддержку в виде бюджетного (государственного) финансирования. В большинстве случаев государство должно быть заинтересованно в проекте, следовательно, проект должен быть федеральным или региональным. Следующей формой является самофинансирование. В большинстве случаев такое финансирование могут позволить себе крупные компании или организации, которые правильно распределяют свои финансы и могут самостоятельно реализовать проект. Самой популярной организационной формой финансирования выступает заемное финансирование. Это может быть кредит, облигационный выпуски или лизинг. Такие формы являются наиболее популярными, хотя имеют как преимущества, так и недостатки [4]. Очень популярна форма финансирования – венчурное финансирование и привлечения иностранных инвестиций [1]. Но на современном этапе она является труднореализуемой.

Процесс выбора источника и формы финансирования является очень важным этапом жизненного цикла проекта [2]. Стоит отметить, что без достаточного объема финансовых ресурсов сложно удачно реализовать проект. Конечно же, вариант с самофинансированием является наиболее оптимальным и выгодным, но в большинстве случаев всё-таки приходится обращаться к внешним источникам. Поэтому стоит сделать четкий бизнес-план, подготовить технико-экономическое обоснование проекта и выбрать наиболее подходящий источник финансирования, с помощью которого идея превратиться в товар или услугу.

Библиографический список

1. Крюкова Т.М. Совершенствование системы управления портфелем инновационных проектов с учетом факторов риска в условиях неопределенности. В сборнике: Сборник статей XLII международной научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 143-144.
2. Портфель инструментов и лучших практик проект-менеджера. Учебное пособие / С.Б. Вдовина, Т.М. Крюкова; Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. - Нижний Новгород, 2015. - 251 с.
3. Саксин, А.Г. Инструментарий реализации инновационного проекта с использованием процессно-контрольного аутсорсинга [Текст]: учебное пособие / А.Г. Саксин; Т.М. Крюкова; Нижегор. гос. техн. ун-т. – Н.Новгород: НГТУ, 2022. – 111 с.
4. Финансирование проекта: источники, методы, риски [Электронный ресурс]. URL: https://www.kom-dir.ru/article/1987-finansirovanie-proekta (дата обращения 27.05.2024).

УДК 330

КРЮКОВА Т.М.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ФИНАНСОВОЙ СФЕРЕ: АНАЛИЗ И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ РЫНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На современном этапе развития финансовая сфера приобретает лидирующие позиции, становится все более сложной и требует быстрой и точной обработки данных, а использование искусственного интеллекта (ИИ) позволит решить эти задачи. Использование ИИ в финансовой сфере может иметь широкое применение в реальной жизни, как для инвесторов, так и для других направлений финансового управления. Например, создание «умных» инвестиционных портфелей на основе ИИ может быть полезным для тех, кто не имеет достаточного опыта или знаний в инвестировании.

Одним из примеров использования ИИ в финансовой сфере является анализ финансовых новостей. ИИ может быстро обработать огромные объемы новостей [1] и определить, какие события могут повлиять на рынок. Например, ИИ может обнаружить новость о том, что крупная компания планирует выпустить новый продукт, и предсказать, что акции этой компании вырастут в ближайшее время. В финансовую сферу начинают активно внедряться интеллектуальные роботы-консультанты [2], они могут общаться с клиентами и помогать им принимать инвестиционные решения на основе анализа данных, быстро анализируют портфель клиента, предлагают оптимальные инвестиционные решения.

Прогнозирование рынка является одним из наиболее важных аспектов использования ИИ в финансовой сфере. С помощью ИИ можно создавать модели, которые прогнозируют изменения на рынке и помогают инвесторам принимать решения о покупке или продаже акций. Например, некоторые компании используют ИИ для прогнозирования цен на нефть, золото и другие товары, которые влияют на финансовые рынки.

Одним из примеров использования ИИ для прогнозирования рынка является создание алгоритмов торговли на основе машинного обучения. Эти алгоритмы могут анализировать большие объемы данных и принимать решения о покупке или продаже акций на основе анализа рынка. Некоторые компании, например «AI-Screener» [3], уже используют такие алгоритмы для торговли на фондовых биржах. Одним из главных преимуществ использования ИИ в финансовой сфере является возможность анализировать большие объемы данных и выявлять в них закономерности, которые невозможно было бы обнаружить при анализе данных

вручную. Это позволяет финансовым институтам принимать более обоснованные инвестиционные решения и управлять портфелями более эффективно.

Однако использование ИИ в финансовой сфере также имеет свои недостатки. Одним из них является возможность ошибок в прогнозировании рынка. Несмотря на то, что ИИ может анализировать большие объемы данных, он все еще не может предсказывать будущее с 100% точностью. Кроме того, использование ИИ в финансовой сфере может привести к потере рабочих мест [4]. Некоторые задачи, которые ранее выполняли люди, теперь могут быть выполнены с помощью ИИ. Это может привести к сокращению штата компаний и увеличению безработицы.

Библиографический список

1. https://elibrary.ru/item.asp?id=48197381 (дата обращения 29.05.2024 г.)
2. https://habr.com/ru/companies/iticapital/articles/230235 (дата обращения 29.05.2024 г.)
3. https://www.finam.ru/landings/ai-screener/ (дата обращения 29.05.2024 г.)
4. Аверкин М.Г., Крюкова Т.М. «Новая» промышленная политика как способ реализации политики протекционизма и развития сферы исследования и новейших технологий в международном экономическом пространстве в современных условиях / Прикладные экономические исследования. 2015. № 8. С. 32-35

УДК 528.946

КУРКИН А.А., ЕПИФАНОВ С.А.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ИНСТРУМЕНТОВ ГЕОИНФОРМАЦИОННОГО КАРТОГРАФИРОВАНИЯ ДЛЯ СОСТАВЛЕНИЯ ЭТНОГРАФИЧЕСКОЙ КАРТЫ КОРЕННЫХ МАЛОЧИСЛЕННЫХ НАРОДОВ РОССИИ

МБОУ «Гимназия №1», г. Нижний Новгород
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Феномен автохтонных (или коренных) народов известен во многих странах мира. Этим термином принято обозначать группы людей, которые проживали в определенных местах до прихода туда представителей других этносов, ставших в последующем преобладающим населением. В отечественной юриспруденции используется понятие «коренные малочисленные народы». Таковыми на законодательном уровне признаются народы, проживающие на территориях традиционного расселения своих предков, сохраняющие традиционные образ жизни, хозяйственную деятельность и промыслы, насчитывающие в РФ менее 50 тыс. человек и осознающие себя самостоятельными этническими общностями (п. 1 ст. 1 Федерального закона от 30 апреля 1999 г. № 82-ФЗ «О гарантиях прав коренных малочисленных народов Российской Федерации»). Перечень коренных малочисленных народов РФ (далее – КМН РФ) утвержден постановлением Правительства РФ от 24 марта 2000 г. № 255 «О Едином перечне коренных малочисленных народов Российской Федерации». Согласно единому перечню КМН РФ в редакции от 18 декабря 2021 г. сегодня в Российской Федерации проживает 47 народов, обладающих данным статусом.

Вопрос пространственного характера расселения КМН РФ является объектом научного исследования. Наряду с текстовым материалом наиболее оптимальным вариантом передачи информации и отображения явления являются картографические источники. В настоящей работе представлены современные подходы к составлению этнографических карт и описан опыт применения инструментов геоинформационного картографирования, а также построены и даны в различных форматах данные о коренных малочисленных народах Российской

Федерации. В качестве исходных статистических данных использован единственный источник информации, позволяющий изучать расселение КМН РФ – это материалы переписи населения РФ 2020 – 2021 гг. Картографическая основа построена по принципу административно-территориального деления субъектов Российской Федерации. Было использовано несколько приёмов геоинформационного картографирования и пространственного анализа. В качестве инструментов использовались 3D Maps Microsoft Excel и Конструктор карт Яндекса. Рассмотрены их принципы работы, особенности и недостатки в контексте рассматриваемой задачи.

Эта работа может стать одним из этапов исследования динамики численности и пространственного распределения КМН РФ на текущем временном промежутке.

УДК338.12.2(7)

МАНСУРОВ Р.Ш., ЛЕЩЕНКО Е.С.

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ ФОНДОВ ЦЕЛЕВОГО КАПИТАЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Фонд целевого капитала представляет собой финансовую организацию, предназначенную для сбора и инвестирования средств в определенные цели или проекты. Основное назначение такого фонда - аккумулирование денежных средств для решения конкретной задачи или достижения определенной цели.

Одним из основных преимуществ фонда целевого капитала является возможность привлечения дополнительных инвестиций на реализацию проекта или задачи. Инвесторы, которые внесли деньги в такой фонд, могут быть уверены, что их средства будут использованы именно по назначению, указанному в уставе фонда.

Фонд целевого капитала может быть создан как частным лицом или организацией, так и государственными структурами. Область применения таких фондов весьма широка - это может быть поддержка социальных проектов, инвестирование в инновации, финансирование образовательных и культурных программ и многое другое.

Фонды целевого капитала можно классифицировать по различным признакам: цель создания, сфера деятельности, источники финансирования и другие характеристики. Рассмотрим основные виды классификации фондов целевого капитала.

1. По цели создания:

- социальные фонды: создаются для реализации проектов и программ, направленных на общественное развитие, поддержку нуждающихся групп населения и решение их проблем;
- экологические фонды: реализуют финансирование проектов по охране окружающей среды, постоянному использованию природных ресурсов и борьбе с изменением климата;
- инвестиционные фонды: целью таких фондов является привлечение капитала для инвестирования в перспективные проекты, обеспечивающие высокую доходность.

2. По источникам финансирования:

- частные фонды: создаются частными лицами или организациями на личные средства, включая инвестиции от частных вкладчиков;
- государственные фонды: формируются за счет государственного бюджета или других источников национального финансирования.

3. По сфере деятельности:

- фонды развития: направлены на финансирование проектов по развитию регионов, отраслей экономики и инфраструктуры;

- фонды здравоохранения и образования: ориентированы на поддержку медицинской сферы и просвещения.

Фонды целевого капитала имеют различные характеристики и области применения, в зависимости от их целей, источников финансирования и сферы деятельности. Разнообразие классификаций позволяет лучше адаптировать фонд к конкретным задачам и потребностям, обеспечивая эффективное использование инвестиций для достижения поставленных целей.

Таким образом, фонд целевого капитала играет важную роль в финансировании различных проектов и программ, способствуя достижению конкретных целей и задач. Его создание позволяет собрать необходимые ресурсы для успешной реализации задуманного и обеспечить прозрачное и целевое использование инвестиций.

УДК 005.95

НАЗАРОВА Е.Н., ЯСЫНОВА С.Ф., ЛЕБЕДЕВА Н.Н.

КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ HR-МЕНЕДЖМЕНТА НА ПРИМЕРЕ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина

Согласно повестке ООН на переход к устойчивому развитию предприятий, важную роль играют рабочие, в том числе менеджер по управлению персоналом [1].

На макроуровне менеджер по управлению персоналом отвечает за контроль за лидерством в организации и культурой. Отдел кадров также обеспечивает соблюдение трудового законодательства и часто следит за здоровьем и безопасностью сотрудников.

Менеджер по управлению персоналом представляет собой специалиста или группу обученного персонала, функции которой заключаются в поиске квалифицированных рабочих, управление человеческими ресурсами и процессом найма, поддержании и формировании корпоративной культуры, организации обучения среди рабочих и стимулировании внутрикорпоративных коммуникаций [2].

Согласно исследованию авторов рынка труда в Нижегородской области в области найма менеджеров по подбору и управлению персоналом (HR-менеджер) был выявлен профицит вакансий в данной области, что говорит о дефиците кадров. Всего на платформе по поиску вакансий (hh.ru) было представлено более 450 объявлений о поиске сотрудника на рассматриваемую должность в Нижнем Новгороде и более 500 объявлений в пределах Нижегородской области. Средняя заработная плата составляет от 60 тысяч рублей. Средний опыт работы, запрашиваемый работодателем от 1 до 3 лет. Отрасли хозяйства, которые ищут специалиста по подбору и управлению персоналом: Информационные технологии, системная интеграция, интернет (70 объявлений); Розничная торговля (99 объявлений); Товары народного потребления (непищевые) (96 объявлений); Строительство, недвижимость, эксплуатация, проектирование (52 объявлений); Услуги для бизнеса (45 объявлений); Автомобилестроение (33 объявления). При этом, количество вакансий доступным лицам с ОВЗ и инвалидностью – 8 объявлений. Кроме этого, платформа по поиску работы – работа.ру содержит 102 вакансии в Нижнем Новгороде по профессии HR-менеджер. Средняя заработная плата от 50 тысяч рублей. Для лиц с ОВЗ и инвалидностью доступны 27 объявлений, студентам – 30. На платформе авито.ru представлено более 30 вакансий в области управления и подбора персонала (HR-менеджер) в Нижнем Новгороде. Средняя заработная плата от 50 тысяч рублей. Для лиц с ОВЗ и инвалидностью доступны 2 – вакансии, для студентов – 5. Средний опыт работы, запрашиваемый работодателем от 1 года (16 объявлений), но для соискателей без опыта размещено 27 объявлений.

Данный дефицит кадров может быть вызван недостаточными знаниями выпускников о профессии HR-менеджера, недостаточными знаниями в данной области и материальной мотивацией.

Решить данную проблему можно следующими путями: пригласить потенциальных работодателей на ярмарку вакансий в университеты, устраивать обучающие мастер-классы для студентов и выпускников экономических профилей подготовки. Компаниям в свое время необходимо проводить эффективный маркетинг в области поиска новых кадров.

Библиографический список

1. Зеленая экономика и устойчивое развитие промышленных парков / С. Н. Кузнецова, А. Н. Назарова, Е. Н. Назарова [и др.] // Московский экономический журнал. – 2023. – Т. 8, № 2. – DOI 10.55186/2413046X_2023_8_2_59.
2.Babych, Svitlana & Babych, Dmytro. (2023). TRENDS IN HR MANAGEMENT AT THE ENTERPRISE. Social Economics. 41-48. 10.26565/2524-2547-2023-66-05.

УДК 331.5

НАЗАРОВА Е.Н.

ИССЛЕДОВАНИЕ РЫНКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСЛУГ В ОБЛАСТИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Нижегородский государственный педагогический университет им. Козьмы Минина

Рынок кадров в области устойчивого развития становится все больше, что выдвигает перед сферой образования новые вызовы: проведение дополнительных мероприятий по популяризации профессий в области устойчивого развития; сотрудничество образовательных организаций и компаний для проведения учебных и внеучебных занятий с целью наиболее практикоориентированного обучения; высокие знания, умения и навыки выпускников экономических профилей подготовки; поддержка студенческих образовательных проектов в области устойчивого развития [1,2,3].

Ключевая проблема статьи представляет собой противоречие между предоставляемыми курсами в области устойчивого развития и их качестве, и доступности для студентов предоставленных организациями и платформами.

На 2 марта 2024 г. было проведено исследование предложенных на рынке дополнительного образования курсы по устойчивому развитию, зеленой экономике и ESG-технологиям. В среднем такие курсы проводятся на платной основе (9 из 13 рассматриваемых курсов), где средняя стоимость такого обучения 37,8 тыс. рублей, что согласно параллельному опросу среди студентов, является неприемлемой ценой для обучающихся. Многие студенты выражали желание обучаться дополнительному образованию на базе университета, где обучающие на данный момент получают основную специальность. Организации, которые предлагали свои образовательные услуги представляют собой в среднем частные компании, такие как СБЕР.Университет; Проектный Альянс и партнеры и др. Кроме этого, только 15% (2 из 13) имеют очный формат (проводятся на платной основе), другие проводятся в онлайн формате в виде электронного курса, сопровождающиеся теоретическими и видеоматериалами. По мнению ряда исследователей, электронные курсы не имеют такой же эффективности, как очные, проводимые в режиме живого общения [2]. Также стоит отметить, что большая часть таких курсов дополнительного образования направлена на уже работающих в данной области специалистов. Бесплатные курсы, доступные для всех желающих имеют особенность – не структурированность материала, отсутствие дополнительной информации по теме.

Таким образом, исследование подтверждает проблему, выдвигающую работодателями о дефиците бесплатных, доступных и качественных студентам курсам по устойчивому развитию и ESG-технологиям на базе университета.

Решить данную проблему можно следующими способами: проведение мастер-классов от партнерских организаций на тему устойчивого развития; поддержка студенческих проектов в области развития образовательных услуг для студентов в сфере устойчивого развития; создание программы дополнительного образования на базе университета в регионах, с возможностью получения образования студентам совместно с действующими специалистами. Важно отметить, чтобы данные курсы были также доступны для лиц с ОВЗ и инвалидностью различных нозологий.

Библиографический список

1. Трофименко, А. В. Обеспечение устойчивого развития системы высшего образования в Российской Федерации / А. В. Трофименко // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 6-4(120). – С. 102-104. – DOI 10.23670/IRJ.2022.120.6.155.
2. Reigel, Caitlin & Ajabnoor, Nouran. (2024). Investigating the Efficacy and Sustainability of Virtual Education Courses. Journal of University Teaching and Learning Practice. 21. 10.53761/30maba42.
3.Tisdale, Joan & Bielefeldt, Angela. (2023). Sustainability in Mechanical Engineering Undergraduate Courses at 100 Universities. ASME Open Journal of Engineering. 2. 10.1115/1.4063387.

УДК 332

ПЛЕХАНОВА А.А., ФРОЛОВА М.М.

АНАЛИЗ ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ СУБЪЕКТОВ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных социально-экономических и политических условиях для эффективного развития и конкурентоспособности экономики страны играет важную роль инновационное развитие субъектов Российской Федерации. В работе проводится анализ инновационного развития Дальневосточного федерального округа (ДФО). ДФО расположен в восточной части страны и включает в себя 11 субъектов. Экономика округа во многом ориентирована на добычу и переработку природных ресурсов, судостроение, портовую деятельность [1]. Однако правительство РФ уделяет особое вниманию развитию Дальнего Востока, реализую различные программы и меры поддержки, направленные на привлечение инвестиций, развитие инфраструктуры, улучшение качества жизни населения и инновационное развитие.

Рейтинговая оценка инновационного развития регионов ДФО за 2022 год проведена по методике А.Б. Гусева [2]. Рейтинг составляется по факторам инновационной восприимчивости региона (V) и факторам инновационной активности региона (А). К факторам V относятся: производительность труда, фондоотдача и экологичность производства. Все три показателя характеризуют экономическую эффективность и устойчивость регионов. К факторам А принадлежат: затраты на исследования и разработки на 1 занятого, затраты на технологические инновации на 1 занятого, выпуск инновационной продукции на душу населения. Данные показатели взаимосвязаны и необходимы для успешной инновационной деятельности. Затраты на исследования создают основу для технологических инноваций, которые в свою очередь приводят к выпуску инновационной продукции. VA – итоговый индекс инно-

вационного развития региона. Высчитывается как среднее арифметическое из факторов V и A. Рейтинговая оценка уровня инновационного развития региона лежит в интервале от 0 до 100%. Результаты проведенных расчетов представлены на рисунке 1.

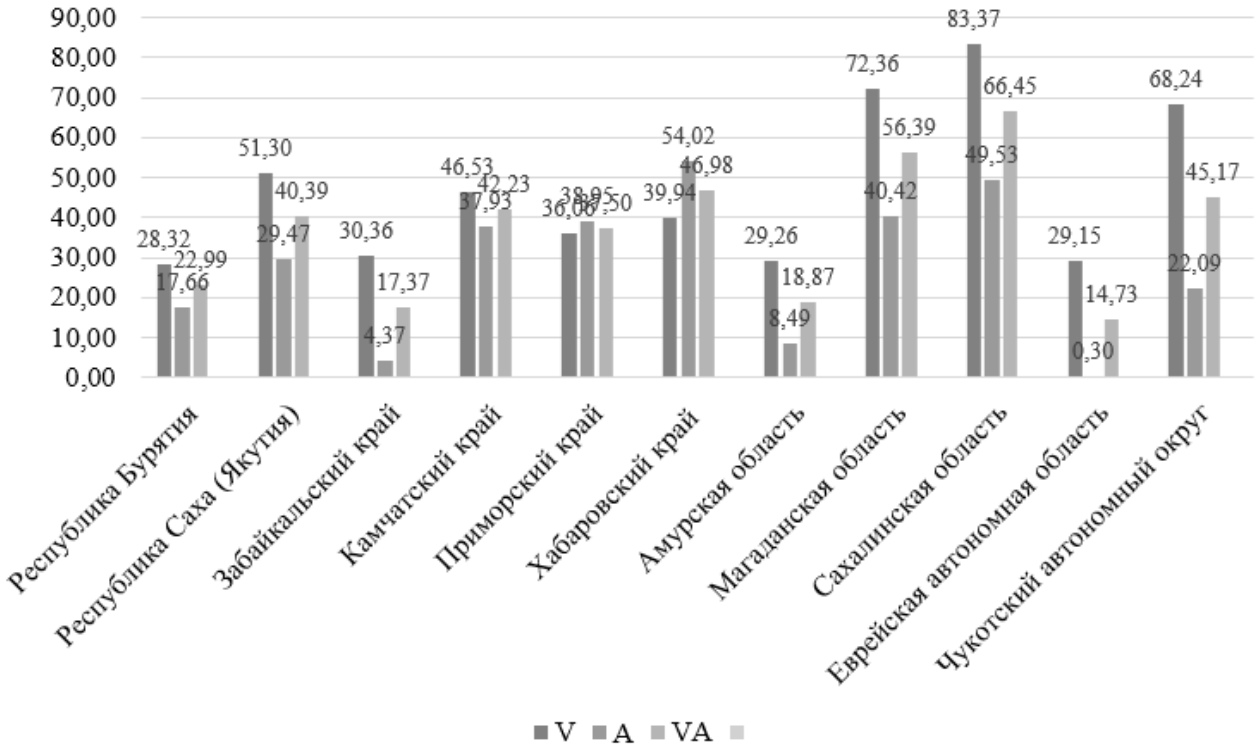


Рис. 1. Рейтинговая оценка инновационного развития регионов ДФО за 2022 год, %

Анализируя полученные результаты, можно сделать следующие выводы:

1. По факторам инновационной восприимчивости региона лидером является Сахалинская область, после идет Магаданская область и Чукотский автономный округ. В процентном отношении производительность труда и экологичность производства у острова Сахалин намного выше, чем у остальных регионов. Магаданская область лидирует в фондоотдаче.

2. По факторам инновационной активности региона лидирует Хабаровский край, второе место – Сахалинская область, третье место – Магаданская область. Процентное отношение показателей, относящихся к инновационной активности, распределено очень неравномерно между регионами ДФО. Объем выпуска инновационной продукции на душу населения у Хабаровского края – 100%, у остальных же регионов не превышает 20%. Максимальные затраты на технологические инновации у Сахалинской области (100%), у Чукотского автономного округа – 46,45%, у Хабаровского края – 24,32%, другие регионы имеют меньше 14%.

3. Итоговый рейтинг показывает, что Сахалинская область занимает первое место среди субъектов ДФО. По рейтинговому баллу 66,45% регион можно отнести к классу B++, который обозначает уровень инновационного развития выше среднего. Сильными сторонами данной области являются благоприятный инвестиционный потенциал, высокая бюджетная обеспеченность, высокие расходы на социальную сферу, а также новые национальные программы, проекты и инициативы. К среднему уровню (B+) принадлежит Магаданская область с баллом 56,39%. В класс B – удовлетворительный уровень инновационного развития – входят Хабаровский край, Чукотский автономный округ, Камчатский край и Республика Саха (Якутия). Остальные субъекты входят в зону C, которая означает низкий уровень. Сильными сторонами областей, входящих в зону B, являются благоприятный инвестиционный потенциал, высокая бюджетная обеспеченность, высокие расходы на социальную сферу, а также новые национальные программы, проекты и инициативы. К слабым сторонам всех

регионов ДФО можно отнести низкий уровень развития инфраструктуры, низкий уровень развития человеческого потенциала, отток квалифицированных кадров.

Библиографический список

1. Дальневосточный федеральный округ // Википедия. [Электронный ресурс]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Дальневосточный_федеральный_округ.
2. Гусев А.Б. Формирование рейтингов инновационного развития регионов России / А.Б. Гусев // Управление наукой и наукометрия: электронный журнал. [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-reytingov-innovatsionnogo-razvitiya-regionov-rossii.

УДК338.12.2(8)

РОМАНОВ Э.И.

ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОДХОДОВ К УПРАВЛЕНИЮ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

В современных условиях менеджмент выступает как важнейших производственный ресурс и самостоятельный вид деятельности, который объединяет профессионализм работников с применением высокотехнологичного производства, автоматизации и цифровизации.

Ф.Тейлор сформулировал закон управления, в основе которого 4 принципа:

- исследование отдельного вида трудового процесса с определением нормы выработки за единицу времени;
- применение приемов и методов отбора персонала на основе научных критериев;
- взаимовыгодное сотрудничество администрации с персоналом предприятия;
- регламентированное распределение обязанностей между менеджментом и персоналом предприятия, а также ответственность за конечные результаты [1].

В СССР проводилось много исследований по научной организации труда на предприятиях. У истоков российского менеджмента стоял русский ученый исследователь А. К. Гастев: он и его помощники занимались научной организацией труда, нормированием, стандартизацией труда учетом координационной и контролирующей деятельности в процессе организации производства.

В середине XX века стране появились социологические службы, которые понимали, ощущали на собственном опыте потери от низкого уровня человеческого фактора, на крупных предприятиях стали внедрять принципы разделения труда, определения полномочий и ответственности работников предприятий, а также единоначалие, подчиненность и трудовую дисциплину.

В этот же период научились ставить общественные интересы выше личных, а на передовых предприятиях страны появилась система вознаграждения персонала, стала внедряться организационная культура. Чем сильнее связи и контроль по вертикали, тем лучше финансово-экономические результаты предприятия.

С 1991 года появились исследования по участию персонала в управлении производством и по методам его стимулирования. Важнейшим направлением риск-менеджмента стал учет особенностей российского менталитета и специфических условий рынка, а также опыт менеджеров зарубежных государств показывает, что делегирование полномочий является важнейшим условием эффективного функционирования, позволяет значительно расширить

зону управления руководителей через передачу полномочий, а самим сосредоточиться на решении стратегических задач.

В современных условиях одной из важнейших задач руководителя отдела управления человеческими ресурсами становится участие в разработке и корректировке стратегических планов за счет обеспечения квалифицированными кадрами, способными решать любые задачи особенно в области стратегического развития [2].

Управленческая команда — это хорошо управляемый коллектив высококвалифицированных работников, готовых быстро реагировать на любые изменения внешней среды, рынка, конкурентов в соответствии с реализуемыми задачами предприятия. При этом человеческий фактор остается главной детерминантой для формирования и апробации различных моделей управления в современных условиях модернизации экономики.

Библиографический список

1. Мансуров Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. Мансуров Р.Ш., Лещенко Е.С. Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Н. Новгород, НГТУ, 2013. – 215 с.

УДК338.12.2(7)

РОМАНОВ Э.И.

СУЩНОСТЬ УПРАВЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКИМИ РЕСУРСАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Эффективность управления человеческими ресурсами и их использования во многом определяет конкурентоспособность нашей страны на мировом рынке.

В текущих условиях демографии, применения автоматизации, цифровизации и упрощения ручного труда проблема эффективного использования кадровых ресурсов становится ключевым фактором успеха конкурентоспособности и адаптации различных коммерческих и не коммерческих структур к изменяющимся экономическим условиям.

В связи с нехваткой кадровых ресурсов ключевой задачей становится определение методов управления, выработка эффективной системы мотивации труда и совершенствование кадровой политики с учетом меняющихся условий внешней и внутренней среды.

Поскольку время пребывания продукции на рынке значительно сокращается, актуальной становится быстрая реакция на изменения конъюнктурного характера, в части определения тенденций развития рынка.

В связи с этим освоение новых направлений и инструментальное обеспечение бизнес-процессов становится более актуальным [1].

Организации должны быть более открытыми к созданию условий для развития персонала и поощрению за вклад в модернизацию и усовершенствованию бизнес-процессов.

Управление человеческими ресурсами рассматривалось в трудах нескольких научных школ менеджмента:

1. Основоположник классической школы Ф. Тейлор разработал прогрессивную систему оплаты труда и предложил оплату труда работника, а не того места, которое он занимает, что позволило увеличить производительность труда и снизить стоимость продукции.

2. Основателем административно-функциональной школы считается Г. Файоль, последователи этой школы разрабатывали процессный подход к управлению на предприятии, разработали основные подходы к централизации и децентрализации управления предприятием.

3.Основоположником школы «человеческих отношений» были Э. Майо, Г., Мюнстерберг, А. Райс, М. Фоллетт. После ее исследовали: Р. Ансоф, А. Маслоу, Г. Саймон, Р. Майкерт. Они считали, что при благоприятном психологическом климате на предприятии работники будут стараться работать более производительно и их мотивацией будет служить не только заработная плата.

4. Представителями школы социальных систем стали Р. Бартоларти, Т. Патсан, Р. Мертон и другие исследователи, которые под воздействием результатов структурно-функционального анализа разработали теорию систем управления человеческими ресурсами.

5.Основателями новой школы управления являются Е. Арноф, М. Барталионфи, В. Леонтьев и другие, которые попытались систематизировать все направления исследований теории менеджмента с разбивкой на следующие группы: первая группа посвящена исследованию отдельных работ и задач конкретного исполнителя и администрированию; вторая группа исследует разнонаправленные многоплановые комплексные системы такие как внешняя среда и внутренние факторы.

В настоящее время выработаны четыре научных подхода к управлению человеческими ресурсами: традиционный, процессный, системный и ситуационный [2].

Библиографический список

1. Мансуров Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.
2. Мансуров Р.Ш., Лещенко Е.С. Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Н. Новгород, НГТУ, 2013. – 215 с.

УДК338.12.2(7)

САФРОНОВ И.В.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЗАКУПОК: ВИДЫ И ОСОБЕННОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Закупки являются неотъемлемой частью любого бизнеса, будь то крупная корпорация или небольшое предприятие. Классификация закупок играет важную роль в организации процесса закупок и определении стратегии взаимодействия с поставщиками. Существует несколько основных типов классификации закупок, каждый из которых имеет свои особенности и преимущества.

1. По способу проведения:

- Открытые закупки: проводятся путем публичного объявления торгов и открыты для всех заинтересованных участников.
- Закрытые закупки: проводятся по приглашениям, ограничены определенными поставщиками, часто основанными на контрактах или предыдущем сотрудничестве.

2. По целям закупок:

- Прямые закупки: покупка товаров и услуг непосредственно для производства или предоставления услуг.
- Косвенные закупки: связаны с функционированием компании как организации, не относятся к производству напрямую.

3. По характеру продукции:

- Закупки готовой продукции: приобретение товаров уже находящихся в готовом состоянии.

• Закупки сырья и материалов: закупка необходимых материалов для производства конечной продукции.

4. По объему закупок:

• Крупные закупки: имеют большой объем и значительное влияние на бюджет компании.

• Мелкие закупки: относятся к небольшим суммам денег и не требуют сложных процедур.

Профессиональное планирование и организация процесса закупок с учетом классификации позволяют компаниям эффективно управлять своими ресурсами, минимизировать издержки и повышать конкурентоспособность на рынке [1]. Выбор подходящего типа закупок зависит от целей компании, специфики бизнеса и требований к поставщикам. Осознанное применение классификации закупок помогает создать прозрачные и эффективные бизнес-процессы, способствует развитию компании и укреплению ее позиций на рынке [2].

Библиографический список

1. Мансуров Р.Ш. Обеспечение конкурентоспособности предпринимательских структур на основе проектов развития: монография / Р.Ш. Мансуров. – М.: Наука и образование, 2014. – 186 с.

2. Мансуров Р.Ш., Лещенко Е.С. Управление проектом развития промышленных предприятий: монография / Н. Новгород, НГТУ, 2013. – 215 с.

УДК 339.137

ШАМАНИН Д.Д., ДУБИК Е.А.

ПРОМЫШЛЕННЫЙ ТУРИЗМ В МИРОВОЙ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мировая экономика миновала такие стадии своего развития, как сырьевая, товарная и экономика услуг, поэтому в современном обществе зарождается новая экономика – экономика впечатлений, ориентированная на ощущения потребителя. В контексте «экономики впечатлений» зарубежные исследователи предлагают отказаться от традиционных отношений между компанией и клиентами; вместо этого компания должна стать «режиссером впечатлений», а клиенты – «зрителями» или «гостями».

Соучредитель Европейского центра экономики впечатлений Джозеф Пайн отметил, что «...посещение завода – интересный опыт для людей, которые не работают на заводах и никогда на них не были». Лучшим способом реализации «экономики впечатлений» для потребителя является развитие промышленного туризма, основной формой которого является организация регулярных туристских поездок на действующие производственные предприятия [1].

В настоящее время в масштабах мировой индустрии гостеприимства промышленный туризм занимает от 10 до 15% всего турпотока [2].

Сегодня в Америке производственные экскурсии осуществляются на всех крупнейших производствах государственных корпораций. The Boeing Company («Боинг»), один из крупнейших мировых производителей авиационной, космической и военной техники предлагает туристам увидеть, как создаются крупнейшие самолеты в мире и предлагают интерактив: посидеть в демонстрационной студии «Боинг-737». Стоимость билета 2300 руб., ежегодно посещает 132 000 экскурсантов [1].

Промышленный туризм хорошо развит в европейских странах:

• Великобритания. Предприятия Bentley Motors Limited, Land Rover, Cadbury и др. проводят экскурсионные программы в цехах, мастерских, лабораториях и музеях;

- Германия. Предприятия Airbus, Ritter Sport, BWB и др.;
- Италия. Предприятия Lamborghini, Ferrari и др.;
- Швейцария. Завод Wenger и др.;
- Франция. Предприятия Airbus, Sanofi-Aventis и др.;
- Нидерланды. Фабрика Coster Diamonds и др. [2]

Анализ ценовых показателей экскурсий на предприятия разных стран показывает, что средняя цена экскурсионной программы в европейской части мира стоит 2600 руб. при ежегодном посещении на предприятие около 800000 чел. [2].

Приоритетное направление Китая – внутренний бесплатный промышленный туризм. Эксперты отмечают, что основная масса промышленных туристов Китая – это студенты и школьники, для которых главная цель поездок заключается в расширении кругозора, изучении профессий, а в дальнейшем – приобретение необходимых компетенций. Таким образом, государство повышает патриотизм и воспитывает у молодых людей любовь к родине. При этом посетителями промышленных предприятий, как правило, становятся жители провинции, в которой они располагаются.

Библиографический список

1. Методология развития промышленного туризма в Российской Федерации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://ryazantourism.ru/assets/files/07-2022-metodologia_final_elektronnaya-versiya_compressed.pdf (Дата обращения – 18.03.2024).
2. Статистический бюллетень РОССТАТА к всемирному дню туризма – 2023 [Электронный ресурс]. – https://rosstat.gov.ru/storage/mediabank/turism_2023.pdf (Дата обращения – 12.03.2024).

СЕКЦИЯ 13

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

УДК 001.53 + 168.1

ВЕРАХИНА А.А.

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ФАКТОРЫ СТАНОВЛЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИИ ТЕХНОНАУКИ НА ПРИМЕРЕ БИОТЕХНОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Эволюция познания возможна при условии смены не только мышления и способа существования, но и связанного с ним чувства времени. Становление европейской науки происходит под влиянием интеллектуальных преобразований рациональности, свойственной данному времени. Настоящее время продолжает начатую в Новое время *стратегию подчинения природы* нуждам человека [1]. Тотально-экспансионистский захват природы – норма, коренящаяся в новоевропейской ментальности.

Одно из понятий, используемых для обозначения специфического облика современной науки – это понятие «технонауки», ставшее довольно популярным [2]. Показательным примером технонауки можно считать *биотехнологию*. Именно в ней отчетливо проявляются кардинальные изменения, претерпеваемые наукой начала XXI в. Конечно, биотехнология может восприниматься как один из локальных, ограниченных разделов научного познания. Однако происходящие в ней изменения интересны не только сами по себе: их можно понимать и как манифестацию глобальных перемен, значимых для науки в целом [3]. На сегодняшний момент единого мнения в понимании биотехнологии нет, ибо в ее основе лежит множество разнообразных дисциплин. Обобщенный взгляд на понимание биотехнологий высказывает Ф. Фукуяма: «Говоря о *биотехнологической революции,* важно помнить, что речь идет о понятии существенно более широком, чем генная инженерия», так как «подобная научная революция приводит к открытиям и прорывам во многих смежных областях...» [4]. Анализ подходов к выделению истории становления и развития биотехнологий показал, что исследователи определяют, по сути, две формы деятельности биотехнологии – практическую и научную. Причем, практическая форма деятельности – *биотехнологическое производство* «берет свое начало еще в неолите», в то время как форма научной деятельности сформировалась во второй половине XX в. [5]. И эти формы деятельности взаимосвязаны, взаимообуславливая друг друга. Таким образом, *биотехнология* в современном понимании представляет собой обобщенное понятие, используемое во многих отраслях науки и характеризующее процессы *биогенного преобразования действительности.*

История биотехнологии свидетельствует о том, что в ее основании лежат человеческие потребности, называемые витальными. От древнейших *биопроизводств* до новейшей биотехнологии шел процесс усовершенствования методов изучения живых организмов с целью применения их во благо человека. Биотехнология, отражая в своем развитии *социокультурные* запросы людей, становилась все более сложной. Исследование истории развития биотехнологии позволяет понять, что это не искусственно надуманное явление в культуре, а *естественный результат антропосоциокультурогенеза.*

Библиографический список

1. Кшиштоф, М. Логика и время. Хайдеггер и современная философия / М. Кшиштоф; перевод с польского Е.С. Твердислова. – М.: Территория будущего, 2010. – С. 199.
2. Лызлов, А.В. Аффективность как структурообразующая основа антропологических пространств: философия, психология, психиатрия / А.В. Лызлов, О.Ф. Серавина, О.Б. Ковалевская // Вопросы психологии. – 2010. – № 3. – С. 65-74.
3. Биотехнологическое улучшение человека как проблема социально-гуманитарного знания: материалы Международной школы молодых учёных (Москва, 26-30 июня 2017 г.); под ред. Б. Г. Юдина, О. В. Поповой. – М.: Издательство Московского гуманитарного университета, 2017. – С. 208.
4. Фукуяма, Ф. Наше постчеловеческое будущее: последствия биотехнологической революции / Ф. Фукуяма: пер. с англ. М. Б. Левина. – М.: ООО «Издательство АСТ»: ОАО «ЛЮКС», 2004. – С. 211.
5. Воронцова, З. И. Исходные принципы деятельностного подхода к анализу биотехнологий как формы научного труда / З.И. Воронцова // Общество и право. – 2010. № 5. – С. 32.

УДК 13: 004. + 001.168/17

ГОРДЕЕВ М.М., МИХАЙЛОВА Т. Л.

ОТ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА – К ГУМАНИТАРНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ: ДИАЛОГ НЕИЗБЕЖЕН

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Искусственный интеллект (ИИ) применяется во многих сферах в качестве инструмента: а) диагностики заболеваний; б) прогнозирования рыночных тенденций, в) автоматизации производственных процессов, г) создания индивидуализированных образовательных программ. Однако, ИИ открывает возможности и для мошенничества. Так, фальшивые новости, затрагивающие социально-экономические и политические сферы, представляя серьезную проблему, актуализируют социально-философскую рефлексию относительно их вторжения в повседневность. *Понятие «дипфейк*» – создание синтетического медиаконтента (фото, аудио, видео) при помощи ИИ – пример такого негативного распространения.

Математика как часть процесса анализа и обработки больших данных, становится «оружием массового поражения» [1], ибо используется для создания алгоритмов и моделей, способных негативно воздействовать на общество, что инициирует *этическое измерение* [2]. Например, алгоритмы машинного обучения могут быть настроены так, чтобы усиливать предвзятость мнения или дискриминацию кого-либо, распространяя дезинформацию или нарушая приватность. Принято считать, что вердикты разработанных математических моделей считаются окончательными и обжалованию не подлежат. Американский математик Кэти О'Нил описывает ситуацию, согласно которой алгоритм делал заключение о том, стоит ли брать человека на работу, опираясь исключительно на его кредитные оценки [1], не обращая внимание на индивидуальные особенности каждого конкретного случая.

Шведский исследователь Ник Бостром рассматривает возможность появления суперинтеллекта – ИИ, значительно превосходящего интеллект человека. Он предупреждает, что это может привести к различным сценариям, включая *угрозу для человеческого существования*, если такой суперинтеллект не будет дружелюбным. По мнению Н. Бострома, развитие ИИ инициирует *этические и моральные вопросы,* включая проблему прав роботов, распределения ресурсов и ответственности за действия автономных систем [3]. Стоит отметить, что внедрение ИИ может привести к значительным изменениям и на рынке труда, что

создаст дополнительные социально-экономические вызовы системе. Философ сознания и языка Джон Серл также обращал внимание на *опасность* того, что развитие ИИ может минимизировать или искажать межличностное общение. Именно он высказал опасения относительно возможности возникновения *сильного искусственного интеллекта,* что сделает его автономным от человеческого контроля [4, с.187]. Естественно, что эти опасения известных исследователей актуализируют выход на *гуманитарную проблематику* как некий *контекст* разработки технологий искусственного интеллекта, стимулирующих становление и эволюцию социально-гуманитарных технологий как «ответ» на «вызовы» быстро развивающихся технологий ИИ.

Так, *две ветви эволюции технологий*, интерферируя друг с другом, флуктуируют, порождая точку бифуркации, в которой синтез знаний и методов становится нормой, согласно которой и разворачивается *феномен технонауки* как формы бытия современной науки. В нашем случае этот синтез имманентно включает *социально-гуманитарную экспертизу рисков*, проистекающих от произведенного искусственным интеллектом медиаконтента как результата его «темной стороны» [5, с. 280]: любая технология – это единство позитивной и имманентно содержащейся в ней негативной стороны. Поэтому намечающийся *диалог между* представителями технико-технологического и социально-гуманитарного массивов знаний – становится реальностью, освоение которой предполагает *герменевтическое погружение* с обязательными элементами рефлексии. И это движение навстречу становится неизбежным, как закономерно и неизбежно еще длительное флуктуирование между практической эффективностью IT-технологий, а также технологий громко заявляющего о себе ИИ, и высокими *рисками* как следствием их внедрений. Именно *социально-философская рефлексия*, невозможная без диалога между представителями разных массивов знаний, – и станет тропинкой к «спасению», выводящей к пониманию.

Библиографический список

1. Кэти О'Нил. Убийственные большие данные. Как математика превратилась в оружие массового поражения; пер. с англ. В. Дегтяревой. – М.: Изд-во АСТ, 2018 – С. 115-118.
2. Багиров, М.Б. Большие данные и этика: территория обсуждения / М.Б. Багиров, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3-6. – С. 941-945.
3. Бостром, Ник. Искусственный интеллект. Этапы. Угрозы. Стратегии; пер. с англ. С. Филина. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2016. – С. 16-17.
4. Серл, Дж. Открывая сознание заново; пер. с англ. А.Ф. Грязнова. – М.: Идея-Пресс, 2002. – С. 186-188.
5. Гордеев, М.М. «Темная сторона» искусственного интеллекта / ММ. Гордеев, Т.Л. Михайлова // Будущее технической науки: сборник материалов XIX Всероссийской молодежной научно-технической конф; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2020. – С. 280-281.

УДК 94.167 (629.122)

КИСЕЛЕВ И.И.

СТАНОВЛЕНИЕ И РАЗВИТИЕ СОРМОВСКОГО ЗАВОДА ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XIX – НАЧАЛЕ XX В.

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие промышленности – ключевой фактор устойчивого развития любого государства. В Российской Империи существовало несколько центров промышленности: уральские металлургические заводы, центр легкой промышленности на пересечении торговых путей в

центральной части России. Одним из важнейших центров промышленности России и СССР был и остается Нижний Новгород, имеющий уникальное в логистическом плане расположение на пересечении Волги и Оки, поэтому здесь сосредоточено несколько крупных заводов, преимущественно тяжелой промышленности. В этой работе рассматривается история начальных этапов жизни Сормовского завода дореволюционного периода. *Цель* настоящей работы – попытка проследить тенденции развития завода, выявив факторы, определяющие тип выпускаемой продукции в тот или иной период. Анализ эволюции предприятия позволит выявить положительные и отрицательные стороны в опыте постройки судов различного назначения.

Завод «Красное Сормово» с момента создания, с 1849 года, до настоящего времени прошел сложный путь: от небольшого судостроительного предприятия до одного из крупнейших многоплановых заводов России. В разные годы, в зависимости от потребностей страны, здесь выпускались: суда, паровозы, вагоны, двигатели, танки, снаряды, не говоря о сопутствующей, «мелкой» продукции: плуги, бороны, металлические инструменты и товары широкого потребления.

Рассматривая эволюцию завода в хронологическом порядке, выделим некоторые значимые вехи. Датой основания предприятия является 21 июля 1849 года, когда Балахнинский уездный суд утвердил купчую на участок «начиная от межи государственных крестьян Козинской волости, деревни Соромовой, вниз по течению реки Волги, вдоль правого ее берега» [3, с.14]. Ввод в эксплуатацию и наладка производства были настолько быстрыми, что уже в мае 1850 года было спущено на воду первое судно – деревянный колёсный пароход-забежка «Ласточка» и кабестан с двумя трубами «Астрахань». Одновременно с этим, начинается постройка пароходов с металлическими корпусами, и 30 апреля 1852 году первый «Орел» был спущен на воду.

Как и любое предприятие тяжелой промышленности, завод мог быстро освоить и выпуск военной продукции. Так, в годы Крымской войны (1853-1856) предприятию на Волге, согласно царскому указу, следовало развернуть производство военно-морских судов для Каспийской флотилии [3, с.16]. Нужно было строить морские суда, да еще и с винтовым ходом. Постройка судов подобного типа на Сормовском заводе являлась *техническим новшеством*, поскольку ранее завод выпускал корабли для речного пользования, где движителем были колеса. Однако, для морских походов, да еще и военный походов, такие суда не годились по ряду причин. Приведем эти причины. Во-первых, КПД колеса – 20%-30%, а у винта – около 70%. Во-вторых, низкая маневренность при плохих погодных условиях: при высокой волне колесо могло полностью подниматься над водой, совершая движения вхолостую. В-третьих, высоко расположенный центр тяжести судна, что негативно сказывалось на его остойчивости. В-четвертых, в условиях военных действий колесо было проще вывести из строя метким выстрелом [2]. Приведенные четыре причины объясняют, почему на Сормовском заводе было начато строительство морских судов с винтовым ходом, являющееся в техническом отношении новшеством.

Важной вехой в истории Сормовского завода стал период 1864-1870 годов, когда на фоне кризиса, связанного с отменой крепостного права, завод пережил упадок, численность работников сократилась почти в 10 раз, но владелец – Д.Е. Бенардаки, уделяя большое внимание развитию завода и рассчитывая на получение заказов по строительству железнодорожных путей, строит первую *в России мартеновскую печь* в апреле 1870 г. [5, с. 284]. *Сталь*, выплавляемая на заводе, отличалась высоким качеством, за что заводу в 1872 году на Московской политехнической выставке была присуждена Большая золотая медаль [3, с. 18]. Присуждение столь значимой награды есть яркое свидетельство как профессионализма мастеров-металлургов, так и подтверждение организационных, аналитических способностей владельца завода, личностно заинтересованного в возрождении завода, приумножении его достижений и понимании системной связи между развитием различных отраслей промыш-

ленности – металлургии и железнодорожного дела. Причем, то и другое были в самом начале их становления.

Строительство железных дорогов не может не сопровождаться закономерным зарождением вагоностроения, положившего начало следующему этапу развития Сормовского завода, отсчет которого следует считать с 1872. Из-за стремительного развития железнодорожных путей в Российской Империи, спрос на вагоны возрос, что обеспечивало бесперебойные заказы на их постройку; поэтому 1872-1890 гг. – это исторический период Сормовского завода, когда основным видом деятельности стало *вагоностроение*. В 1876-80 годы из Сормова вышло 17 % всех вагонов страны (6 628 шт.), а также сопутствующие товары для строительства дорог [4, с.30]. Ежемесячно производилось от 200 до 250 вагонов, трубы, котлы и прочая сопутствующая продукция [4, с.20]. Из-за бума в железнодорожной сфере, завод был надежно обеспечен государственными заказами. При этом, в условиях упадка судостроительной отрасли, смог достаточно быстро и успешно сменить профиль работы, не снизив при этом качества выпускаемой продукции, за что в 1882 г. (как признание качества продукции) завод получил право на изображение на своей продукции Государственного герба России [3, с.219]. Резюмируя достижения этого исторического периода, сделаем промежуточный вывод: любой новый вид деятельности, будучи ответом на *объективные потребности*, народного хозяйства, сопровождался выпуском качественной продукции, о чем свидетельствует очередная высокая награда – право на изображение на продукции Государственного герба России.

Новое всегда сопровождается возвратами к традиции; вот такой традицией для сормовичей, живущих на великой реке, было судостроение и кораблестроение. И вот в 1882 году было возобновлено кораблестроение, а в 1887 г. спущен на воду *первый морской танкер* «Минин» по заказу нефтяной компании «Товарищество нефтяного производства братьев Нобель» [3, с.187]. И вот опять – первые. Но традиция кораблестроения на заводе в следующее десятилетие дополнится новой традицией: время диктует свои требования. Было начато *производство паровозов,* ставшее на долгие годы основным направлением деятельности завода; точкой отсчета стал знаменательный 1898 год. Уже в 1899 году из цеха вышел сотый паровоз «нормального типа 1897 г.» серии $О^{д}$. Интересно, что паровозам «нормального типа 1897 г.» присвоили наименование серии $О^{д}$ – «Основной тип» с кулисным механизмом Джоя несколькими годами позже – в 1912 году [8, с.17-19].

В начале XX века продолжалось бурное развитие предприятия. 21 мая 1903 года – дата, когда Россия сделала важный *вклад в развитие мировой судостроительной промышленности*: был спущен на воду танкер «Вандал» – *первый в мире теплоход* и, вместе с тем, *дизель-электроход*, разработанный выдающимся русским инженером К.П. Боклевским (1862-1928) [7]. Избитая поговорка, что «талантливый человек талантлив во всём» в полной мере относится к этому человеку: несмотря на то, что жизнь и карьера были связаны с судами, Константин Петрович в 1909 г. организовал при кораблестроительном факультете курсы *инженеров-авиаторов*, высоко оценив перспективы авиации, обнаружив много точек соприкосновения ее с судостроением [13, с. 88]. Подводя небольшой итог этому сценарию, стоит отметить, что опять присутствует симбиоз направлений, в частности, в данном случае – авиация и корабли. Вернемся к «Вандалу»: нефтеналивное судно стало *прорывом в кораблестроении*, ознаменовав новую эру в использовании человечеством транспортных возможностей рек и озер [7]. Успешная эксплуатация «Вандала» и аналогичного с ним «Сармата» доказала перспективность теплоходов, и в 1908 году на заводе было организовано *Бюро тепловых двигателей*. Специалисты бюро, изучив мировой и российский опыт в проектировании и постройке ДВС, перерабатывали техдокументацию применительно к Сормовскому заводу на основе приобретаемых лицензий [3, с.224-225].

Продолжая выпуск паровозов, в 1909 году Сормовский завод получил заказ от Управления казённых железных дорог на проектирование нового паровоза типа 1-3-1 [8, с.16] А

уже в 1910 году спроектирован и построен первый паровоз серии С «Сормовский», получивший признание как лучший пассажирский дореволюционный паровоз России. Он отличался не только экономичностью топлива, но и скоростью, за что и получил прозвище «Гончая Малаховского» – по фамилии его создателя. [3, с.222-223]. С 1911 по 1918 год на предприятии выпущены 384 паровоза серии С. [8, с.47], а их производство было налажено и на других заводах России. Постановлением Всероссийского Совета Народного Хозяйства «О национализации заводов, входящих в финансовую группу Сормово – Коломна» № 939 от 30 (17) июня 1918 года завод был национализирован [12, с.1338-1339].

С момента создания завод «Красное Сормово» смог взять высокий темп производства самой разноплановой продукции. Основным профилем в работе данного завода всегда был выпуск судов, но в сложные периоды он смог быстро перепрофилироваться на выпуск другой, не менее важной для страны продукции. За весь дореволюционный период заводом было выпущено 489 судов разных классов и разного назначения [6, с.92] и 2164 паровоза [9, с.127], изготавливались вагоны и другая сопутствующая продукция. За многолетнюю историю завод не только не потерял наследия *волжских кораблестроителей*, но и приумножил опыт этой отрасли. В настоящее время Сормовский завод успешно продолжает выпуск судов разных классов и назначения: круизные лайнеры, дноуглубительные суда, танкеры, сухогрузы, играя важную роль в развитии оборонного и гражданского секторов экономики России. История развития завода, его научно-технических решений способствует более глубинной оценке прошлого, анализу ошибок и успехов, что способствует выбору правильного вектора дальнейшего развития.

Библиографический список

1. Аладьин, С.Г. Красный Сормович № 35 сентябрь 2007 – URL: www.sormovich.nnov.ru/old_site/def~2081.htm. – Дата обращения: 20.04.24
2. Алферьев, М.Я. Судовые движители, изд. «Водный транспорт» 1938. – 664 с.
3. Илескин, Г.А. «Красное Сормово»: Завод и люди / Г.А. Илескин, Ю.К. Меньщиков, А.А. Постнов. – Нижний Новгород: Кварц, 2006. – 696 с.
4. Козонин, А.В. История Красного Сормова; науч. ред. В.П. Фадеев. – М.: «Мысль», 1969. – 489 с.
5. Кудрин, В. А. Металлургия стали: Учебник для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Металлургия, 1989. — 560 с.
6. Макеев, А. Сормовская республика. Русский мир.ru. 2021. № 5.
7. Медиахолдинг «Общественная Служба Новостей». – URL: https://www.osnmedia .ru/1000/tanker-vandal/ – Дата обращения 18.04.2024
8. Никольский, А.С. Паровозы серии С. – М.: Виктория, 1997. – 176 с.
9. Раков, В.А. Локомотивы транспортных железных дорог 1845–1955. – М.: Транспорт, 1995. – 564 с.
10. Рокотов, А. От танка до танкера. Как судостроители СССР опередили свое время | Еженедельник «Аргументы и Факты» № 45 ноябрь 2018. – URL: https://nn.aif.ru/society/details/ot_tanka_do_tankera_kak_sudostroiteli_sssr_operedili_svoe_vremya. - Дата обращения 14.04.2024
11. Самойлов, К.И. Морской словарь. – М.-Л.: Государственное Военно-морское Издательство НКВМФ Союза ССР, 1941. Т1. 654 с.
12. Собрание узаконений и распоряжений правительства за 1917-1918 гг. Управление делами Совнаркома СССР. – М. 1942. – С. 1338-1339.
13. Цехановская, О. Инженер-кораблестроитель К.П. Боклевский // Морской сборник. – 2014. – № 6. – С.86-93.

УДК 14/16.173

МАМБВЕ М. М.

ЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА XXI ВЕКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

NBICS-технологии, основанные на синергетическом усилении друг друга, будучи смысловым ядром *технонауки*, удивительным образом изменяют конфигурации человеческого бытия и цивилизации в целом. *Задача* тезисов – рассмотреть особенности взаимоотношений человека и техносферы в контексте обсуждения сущности технологий в XXI веке. Слово «технология» происходит от греческого слова «technikon», означающего «то, что относится к techne» [1]. Обратим внимание на два момента, касающихся значения слова. Один из них в том, что techne – это название не только деятельности и навыков ремесленника (плотника или строителя), но и искусства ума, изобразительного искусства, поэзии [1]. Таким образом, решающим в технэ является не созидание и манипулирование, не использование средств, а «*раскрытие»* [3]. Показательно то, что технэ – это не производство; techne имитирует природу: в своем процессе производства оно действует аналогично естественным процессам порождения. Поэтому ключ к пониманию того, что означает слово techne, как его определяли греки, приводит в тот же контекст, который открывается нам, когда мы рассматриваем вопрос о том, что такое инструментальность. *Технология – это способ раскрытия* [2].

На рубеже II-III тыс. в развитых странах сложилась *социокультурная ситуация*, связанная с противоречивым характером научно-технического прогресса. Многие мыслители приходят к *пессимистическому* выводу *о неизбежности кризиса техногенной цивилизации.* По мнению У. Эшби, человечество создало непостижимую цивилизацию, выходящую из-под контроля благодаря интенсивному развитию современных технологий. Эта идеология пессимизма привела к *технофобии.* Понятно, что технологии возникают из необходимости повышения эффективности деятельности, но одновременно они подавляют человека, уничтожая его духовность. Эта противоречивая природа техники отмечается в XX в. как путь к разрушению цивилизации, о чем писали экзистенциалисты: Карл Ясперс (1883-1969) и Мартин Хайдеггер (1889-1976) [1]. Определение техники, согласно которому она – средство и процесс деятельности человека, – можно назвать *инструментально-антропологическим определением.* Оно соответствует тому, что мы говорим о технологиях, их стремительном росте и прогрессе.

Согласно М. Хайдеггеру, техника – это не средство достижения цели. Технология – это способ раскрытия, потаенного (сокрытого), и если человек обратит внимание на это откровение (тайну), то может открыться, став доступной, неуловимая сущность технологии. Это *царство истины*. *Инструментальное* определение техники настолько поразительно верно, что оно обнаруживает себя по отношению к современной технике, которую мы, в отличие от старой ручной технологии, считаем совершенно иным, новым [4]. Формируется научно-практический *кластер,* между компонентами которого происходит *конвергенция,* приводящая к лавинообразному появлению открытий в XXI в.

В итоге отметим, что человек никогда не поймет сущность технологии: если человек будет гнаться за сущностью технологии, не осознавая полного «откровения», раскрываемого через ее внедрение, то он теряет себя в этой погоне, т.к. ускользающая сущность мешает пониманию.

Библиографический список

1. Порус, В.Н. Философия техники / В.Н. Порус // Современный Западный философия. Словарь. – М.: Политиздат, 1991. – С. 341-345.

2. Иванов, Б.И. Становление и развитие технических наук / Б.И. Иванов, В.В. Чешев. – Л.: Яхта, 1977. – 263 с.
3. Хайдеггер М. Вопрос о технике и другие эссе / М. Хайдеггер. – М.: Garland publishing inc., 1977. – 68 с.
4. Барбур, И. Этика в век техники / И. Барбур. – М.: Библейские и Богословский институт святого апостола Андрея Первозванного, 2001. – 380 с.

УДК 16: 167.7/168

ПАНОВ Р.А.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ ФАЛЬСИФИКАЦИОНИЗМ И МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ: К ВОПРОСУ ОБ ОПРОВЕРЖИМОСТИ НАУЧНЫХ ТЕОРИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одна из проблем философии науки – демаркация научного знания. Приверженцы *джастификационизма* считают, что научными следует считать строго доказанные утверждения. Но многие утверждения существуют на уровне недоказанных, но и пока не опровергнутых, *гипотез.* Отсутствие строгих доказательств не умаляет их научную ценность. К. Поппер предложил альтернативный *критерий научности*: научным следует считать то утверждение, которое принципиально возможно опровергнуть посредством некоего *воображаемого контрпримера* [1; 2]. В этом суть *фальсификационизма*. И. Лакатос развивает идеи Поппера, но при этом критикует *догматический фальсификационизм*, который, интерпретируя идею фальсифицируемости, полагает достаточным для опровержения теории *лишь одного* контрпримера [3]. Согласно догматическому фальсификационизму, наука – это набор принципиально опровержимых гипотез, т.е. спекуляций, считающихся верными, пока они не опровергнуты. Но опровергающий контрпример может быть опровергнут. Ньютонов закон всемирного тяготения мог бы считаться опровергнутым наблюдениями за положением планеты Уран, идущими вразрез с расчетными предсказаниями. Вместо опровержения закона всемирного тяготения научный мир получил теоретическое открытие зауарановой планеты – Нептуна. Лакатос делает вывод, что с точки зрения догматического фальсификационизма все научные теории одновременно *недоказуемы и неопровержимы* [3, с. 304].

Интересен *методологический фальсификационизм,* принимающий наличие набора *непроблемных знаний* (background knowledge), выносимых за рамки испытуемой теории. Методологическая фальсификация не предполагает возможность доказать теорию на основе какого-то непреложного знания, но допускает принципиальную возможность такую теорию опровергнуть. В этом контексте важно минимизировать риски определив *границы непроблемного знания*. Большую роль играет точность измерительных приборов, показания которых сопоставляются с теоретическими расчетами. Но для сопоставления теоретических расчётов с наблюдаемыми показаниями необходимо расчёты произвести. Так, исследователь пытается проверить и, возможно, опровергнуть, корректность закона всемирного тяготения Ньютона или уравнений Эйнштейна в планетарной системе. Допустим, что наблюдаемые координаты получены от радиотелескопа, их точность не оспаривается. Исследователь должен решить дифференциальные уравнения, сопоставив полученные координаты с наблюдаемыми. Но даже задача о движении трех тел в поле тяготения друг друга не имеет аналитического решения, т.е. не выражается суперпозицией элементарных математических функций. Решение может быть получено приближенными, численными методами. Является ли это про-

блемой? На первый взгляд, кажется, нет. Так, исследователь может решить задачу, хоть и приближенно, но с какой угодно наперед заданной точностью. Допустим, что исследователь решает дифференциальное уравнение методом Эйлера или Рунге-Кутта и находит его. Как можно удостовериться в том, что найденное решение корректно и имеет физический смысл? На помощь, казалось бы, может прийти теорема существования и единственности решения дифференциального уравнения при определенных начальных или граничных условиях. Вся же теория дифференциальных уравнений базируется на формальной теории математического анализа, сформулированной для действительных чисел, т.е. её основы полагаются на свойства действительных чисел: свойство полноты или *«сплошности» поля действительных чисел*. Это свойство зависит от способа введения понятия действительного числа: либо оно постулируется, либо доказывается. Если действительное число определено по Р. Дедекинду, то свойство *«сплошности»* носит название основной теоремы Дедекинда [4; 5]. Вещественные числа в большинстве своем не представимы с абсолютной точностью в процессоре вычислительной машины: вместо точного представления они аппроксимируются числами с плавающей точкой, не обладающими свойством полноты. Достижения теории дифференциальных уравнений неприменимы к тем числам, с которыми работает исследователь в численных расчетах.

В итоге неутешительный *вывод*: результаты, полученные с помощью численных расчетов, рискованно относить к *непроблемному знанию,* что не означает, что *численным методам* нельзя доверять в принципе. Во многих случаях исследователь может с точностью установить величину отклонения, найденного численным методом решения от теоретического, но это не всегда так. Ошибка в численных расчётах опаснее неточности приборов: неточный прибор может «наврать» в численных значениях показаний, но корректно продемонстрировав тенденцию. Качественный характер теоретически установленной зависимости часто важнее числовых значений. Величина гравитационной постоянной в законе всемирного тяготения Ньютона впервые была установлена в 1798 г., т.е. через 111 лет после публикации. Однако, при использовании численных расчётов с плавающей точкой корректное установление *качественной тенденции* не гарантировано, как не гарантирована и непрерывная зависимость решения от начальных условий, т.е. найденное этим методом решение может отклониться, как угодно далеко от реального физического. В дополнение отметим, что идея построения формальной теории математического анализа и дифференциальных уравнений не для вещественных чисел, а для чисел с плавающей точкой выглядит весьма заманчиво или, во всяком случае, не безнадежно. На данный момент даже фундаментальное понятие – *непрерывность функции* – не определено для поля чисел с плавающей точкой.

Библиографический список

1. Поппер, К. Р. Предположения и опровержения: Рост научного знания; пер. с англ.– М.: ООО «Изд-во АСТ», ЗАО НПП «Ермак», 2004. – 638 с.
2. Поппер, К. Логика научного исследования: пер. с англ. – М.: «Республика», 2005. – 447 с.
3. Лакатос, И. Избранные произведения по философии и методологии науки; пер. с англ. И.Н. Веселовского, А.Л. Никифорова, В.Н. Поруса. – М: Академический Проект; Трикста, 2008. – 475 с.
4. Дедекинд, Р. Непрерывность и иррациональные числа (5-е изд.); пер. с нем. – М.: «УРСС», 2009. – 48 с.
5. Фихтенгольц, Г. М. Курс дифференциального и интегрального исчисления. В 3 т. Т.1. – М.: Изд-во «Наука»; гл. ред. физико-математической литературы. 1961. – 608 с.

УДК 001: 165.1/167 + 891.5

ПЬЯНЗИН А.М.

ЭВОЛЮЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ ПРАКТИКИ: АДДИТИВНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАУЧНЫЙ МЕТОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инновации в области аддитивных технологий (АТ) оказывают воздействие на *научный метод* и *исследовательскую практику*, внося изменения в традиционные подходы к *научному познанию*. Первоначально, аддитивные технологии сокращают временные рамки между формулированием *гипотезы* и ее практической проверкой [1]. Это создает новые условия для проведения экспериментов и ускоряет процесс проверки *научных предположений*, стимулируя *инновационные процессы,* улучшая цикл исследований. Как итог, пересмотр привычных представлений об этапах исследования, его хронологии, важности динамичного гибкого подхода к научной деятельности. Кроме того, АТ обогащают возможности *моделирования* и *визуализации научных концепций* и данных. Использование *методов виртуализации* позволяет создавать более точные, реалистичные модели для проверки гипотез и исследования сложных явлений. Это не только расширение *границ* научного познания, но и обозначение новых «вызовов» для *философии науки*, связанных с *интерпретацией данных*, полученных с помощью *виртуальных средств*. Развитие АТ вносит изменения в *методологию научных исследований*, требуя адаптации под изменяющиеся технологические и социальные условия. Это инициирует пересмотр философско-методологических основ научного познания, формируя новые концепции о природе научного метода, что выявляет необходимость *междисциплинарных методов* для более глубинного понимания феномена сложности [2].

Аддитивные технологии изменяют не только процесс научных исследований, но и саму природу научных открытий и инноваций. Они открывают возможности для создания революционных продуктов и технологий, что требует постоянного обновления и инноваций в научной практике. Это подчеркивает важность гибкости и адаптивности в научной деятельности, а также необходимость постоянного обучения и развития исследователей, что стимулирует *освоение* ими *методологической культуры.* Использование аддитивных технологий влечет *этико-аксиологические* и *методологические вопросы*, связанные с безопасностью, *ответственностью,* учетом потенциальных рисков, что требует разработки новых норм и принципов научной практики, а также пересмотра *эпистемологических концепций* о роли исследователя и его отношении к обществу и окружающей среде [3].

Таким образом, аддитивные технологии играют ключевую роль в изменении научного метода и исследовательской практики, вызывая технико-технологические и философско-методологические изменения в научном сообществе. Это есть маркер обновления, адаптации научной практики под изменяющиеся условия, а также развития инновационных методов.

Библиографический список

1. История и философия науки и техники: Словарь для аспирантов и соискателей / науч. ред. Н. В. Бряник; отв. ред. О. Н. Томюк. – Екатеринбург: Издательско-полиграфическое предприятие «Макс-Инфо», 2016. – 328 с.
2. Клочкова, Н.С. Новые технологии как результат междисциплинарного синтеза знаний (на примере электродуговой наплавки) // Н.С. Клочкова, Т.Л. Михайлова. – Будущее технической науки, 2023. – С.769-770.
3. Щербаков, П. С. Аддитивные технологии: философские и практические аспекты // Исторические, философские, методологические проблемы современной науки: сборник статей 4-й Международной научной конференции молодых ученых, Курск, 20 мая 2021

года. – Курск: Закрытое акционерное общество «Университетская книга», 2021. – С. 168-172.

УДК 14: 167/168 + 004

ТИЩЕНКО А.А

СИСТЕМНЫЙ ПОДХОД КАК ОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В КОНТЕКСТЕ ЭВОЛЮЦИИ СОЗНАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящий момент существует и используется множество архетипов *моделей искусственного интеллекта (*ИИ), которые глобально могут быть сгруппированы на *слабый* и *сильный* ИИ [1] с точки зрения *функциональной* схожести с естественным интеллектом. При таком разделении «слабый» ИИ представляет собой *цифровой аналог* одной или нескольких функций человеческого мозга, например, *свёрточные нейронные сети* способны обрабатывать графическую информацию тем самым функционально повторяя затылочную долю мозга. «*Сильный» искусственный интеллект* представляет собой совокупность «слабых» моделей для решения более широкого спектра задач. В задаче исследования ИИ существует *два основных подхода*: а) *нейрокибернетика* – создание ИИ структурно схожим или повторяющим естественный интеллект; б) кибернетика – создание ИИ функционально схожим или повторяющим естественный интеллект.

Системный подход позволяет использовать оба принципа: нейрокибернетику к структуре модели «сильного» ИИ, а кибернетику к отдельным элементам системы, то есть к «слабому» ИИ. Структура «сильного» искусственного интеллекта как системы приведена на рис. 1.

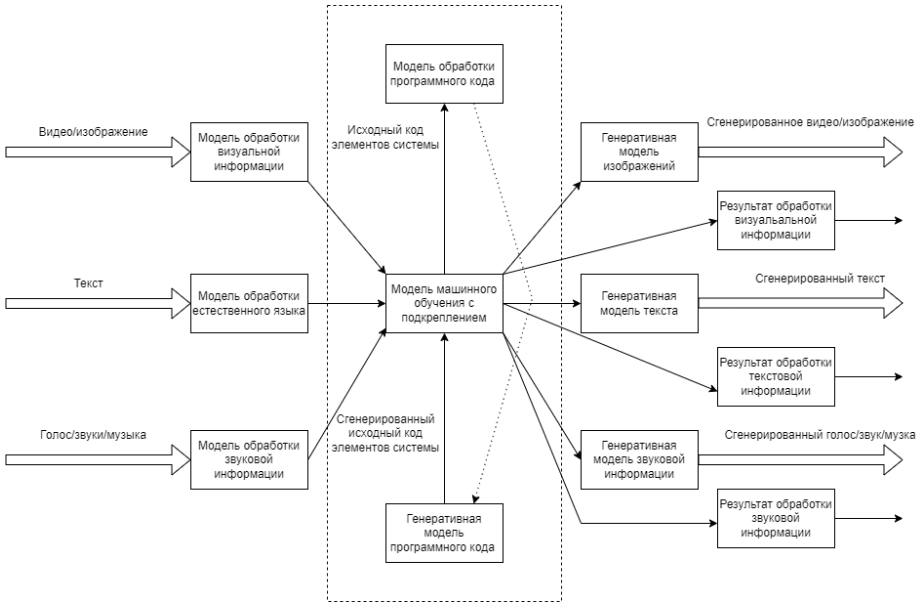


Рис.1. Структура «сильного» интеллекта

На данный момент разработка и исследование «сильного» ИИ технически возможно, в связи с чем становится возможным рассмотрение одного из свойств естественного интеллекта – *сознания*. Если рассматривать сознание по *принципу черного ящика*, то входными данными будет являться информация о предметах и/или событиях окружающего мира (в том числе о самом сознании), выходными же данными является результат их обработки, дей-

ствия, решения, новые задачи или вопросы. Ансамбль моделей ИИ способен воспроизвести данный принцип, от обработки основных типов информации (текст, изображение, звуки и т.д.) и до способности к *самоанализу* и *принятию решений* на основе входных данных, таким образом возникает вопрос: применимо ли *определение сознания* к «сильному» искусственному интеллекту? Но закономерно следует вопрос: а какое определение выбрать, какому подходу к сознанию отдать предпочтение? [1; 2]

Библиографический список

1. Серл, Дж. Открывая сознание заново; пер. с англ. А.Ф. Грязнова. – М.: Идея-Пресс, 2002. – С. 186-188.
2. Зотов, О.В. Автопоэзис как механизм реализации искусственного интеллекта в технологических система / О.В. Зотов, Т.Л. Михайлова // Будущее технической науки. Сборник материалов XIII Международной молодежной научно-технической конференции. 2014. – С. 532-533.

УДК 167/165.12: 502/504

УСАЧЕВ Д.В., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ЭПИСТЕМОЛОГИЧЕСКАЯ СЛОЖНОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЭКОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Превращение *биосферы* в *техносферу*, произошедшее в последнее время под влиянием деятельности человека, объясняют объективную необходимость развития промышленной экологии как самостоятельной научной дисциплины. Зарубежные исследователи Р. Фрош и Н. Галллопулос из «General Motors Research Laboratories» считаются «пионерами» данной дисциплины, согласно которым *«промышленная экология»* – это изучение технологических организмов, использования ими ресурсов, их потенциальных воздействий на *окружающую среду* и путей, которыми их взаимодействие с *естественным миром* может быть реконструировано для достижения *глобальной устойчивости* [1].

В условиях индустриализации и роста технологий изменяются подходы к вопросам взаимодействия человека с окружающей средой. Происходит дифференциация в сфере научно-технических дисциплин и инженерной деятельности, благодаря чему *междисциплинарные технические исследования* и системная интеграция самой инженерной деятельности становятся основополагающим в дальнейшем развитии промышленной экологии [2]. Её становление связано с появлением качественно нового *неклассического этапа развития научно-технических дисциплин*. Промышленной экологии присуща комплексность теоретических исследований, объектом которых выступает новый *«деятельностный объект»* [2]. В рамках дисциплины осуществляется конкретно-методологические исследования с выходом на практику через методические разработки, проектирование и имитационное моделирование. Промышленная экология, являясь *комплексной* дисциплиной, *проблемно-ориентирована* на решение комплексных научных задач, направленных на её переход от молодой природной системы с существенными материальными потерями и незначительной эффективностью к зрелой высокоэффективной системе с закрытыми циркуляциями материи.

Таким образом, *эпистемологическая сложность эволюции промышленной экологии* связана с рядом факторов. Во-первых, промышленная экология – это *междисциплинарное* направление, объединяющее знания из различных областей, таких как экология, технические науки, экономика, социология. Интеграция этих знаний требует понимания различных теорий, методов и подходов, что является сложностью, требующей обновления знаний. Во-

вторых, эволюция промышленной экологии связана с ростом технологий, законов, правил в области экологии и *устойчивого развития*. Это создает необходимость в адаптации к новым условиям. Кроме того, проблемы промышленной экологии часто имеют *сложную природу*, ибо включают в себя взаимодействие различных факторов, как естественных, так и антропогенных, что предполагает комплексный анализ и понимание. Ещё одним аспектом выступает необходимость учета интересов и точек зрения акторов социальной сферы, включающей предприятия, правительство, общество, активистов и научное сообщество. Каждая из этих сторон имеет свои *цели, ценности* и *ожидания*, что может вызывать конфликты и противоречия в процессе принятия решений по вопросам окружающей среды.

В целом, эпистемологическая сложность эволюции промышленной экологии подчеркивает необходимость *системно-коммуникативного подхода* [3] к решению экологических проблем, включающего в себя не только научные знания и технологические инновации, но и социально-экономические и политические аспекты. Ключевой элемент этого подхода – построение *диалога* между *акторами*, повышение осведомленности общественности, вовлечение её в экологические инициативы для разработки эффективных стратегий по улучшению экологической ситуации, так как так как именно коммуникация и есть системообразующее начало любой сферы, интерпретируемой как сложная система. Инструментирование со сложностью [4] предполагает высокую философско-методологическую культуру; последнее невозможно без освоения *парадигмы сложностности*, в центре которой – исследования сложноорганизованных аутопойетических систем как главного «главного действующего лица» системно-коммуникативного подхода.

Библиографический список

1. Храмова, Л.Н. Основы промышленной экологии: учеб. пособие / Л.Н. Храмова, Р.А. Степень, С.В. Соболев. – Красноярск: Сибирский федеральный ун-т, 2012. – 240 с.
2. Горохов, В.Г. Технические науки: история и теория (история науки с философской точки зрения): монография / В.Г. Горохов. – М.: Логос, 2012. – 512 с.
3.Михайлова, Т.Л. Новая системная парадигма как методологическая основа управления социальными и информационно-коммуникативными системами // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Серия: Управление в социальных системах. Коммуникативные технологии. 2009. – № 1. – С. 6-20.
4. Морен, Э. О сложностности. – М.: Институт общегуманитарных исследований. 2019. – 284 с.

УДК 93: 167/629

ФИЛИН И.А.

ИСТОРИЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕВОЛЮЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность темы обусловлена тем, что автомобильная отрасль – это исторически важнейшая системообразующая сфера промышленности. Сегодня автомобильная отрасль – драйвер экономического развития, создающая новые рынки и возможности для инвестиций. Она – эпицентр инноваций, технологических изменений, инициирующих преобразования в обществе, в том числе в социокультурной сфере. *Задача* тезисов – проследить историю автомобильной промышленности в контексте *технологических революций*, определяющих ее судьбу в тот или иной исторический период.

Технологические революции – качественные изменения технологических способов производства, сущность которых состоит в коренном перераспределении основных техноло-

гических форм между человеческими и техническими компонентами производительных сил общества. *Технологические революции* стали возможными с появлением машин – *технических объектов*, способных самостоятельно получать и преобразовывать энергию» [1]. Промышленные революции повлияли на автомобилестроение и эволюцию автомобиля. Во время *первой промышленной революции* (конец XVIII в.), с появлением *паровых двигателей*, возникла идея использовать механическую энергию для движения карет, что и привело к созданию автомобиля. *Вторая промышленная революция* (начало XX в.) – это появление *конвейерного производства*, внедренного Генри Фордом, что сделало автомобиль более технологичным массовым продуктом, доступным не только богатым, но и среднему классу. В период *третьей промышленной революции* (вторая половина XX в.) с развитием ЭВМ в автомобильной индустрии внедрена *автоматизация* производства, увеличив *технологичность* производств, что изменило подходы к проектированию, стало возможным создание более сложных конструкций, повышение безопасности и комфорта автомобилей. *Четвертая промышленная революция* (XXI в.) с развитием микрочипов привела к созданию смарт-технологий и автономных систем управления, делая автомобили более эффективными, безопасными и экологически чистыми [2]. Так, каждая промышленная революция внесла вклад в развитие автомобильной индустрии, совершенствование технологий, качество и функциональность автомобилей, расширение их доступности для общества.

Технико-технологические революции порождают новые *социокультурные практики*, влияя на мобильность населения, формирование городских пространств и образ жизни. Во время первой промышленной революции города стали центрами промышленности с заводами и предприятиями, обеспечивавшими производство и потребление товаров. Это привело к массовой урбанизации: расширению городов, превращению их в и культурно- экономические центры. В связи с увеличением расстояний населению потребовался и новый транспорт – автомобиль, который становился не только средством передвижения, но и символом свободы, статуса, индивидуальности. Но рост автомобилей привел к проблемам: загрязнение воздуха, заторы на дорогах, увеличение аварийности. Новые технологии меняют облик автомобилей с учетом требований экологии. Увеличение городского трафика и плотности застройки стимулирует спрос на компактные транспортные средства, альтернативные виды передвижения, в то время как изменение моделей потребления – аренда, совместное использование автомобилей – меняет способы использования автомобилей. Это отражает взаимосвязи между развитием автомобильной промышленности и *социокультурной сферой*, определяя спрос и характеристики автомобилей в современном мире.

Библиографический список

1.Некрасов, С.И. Философия науки и техники: тематический словарь-справочник: Учебное пособие / С.И. Некрасов, Н.А. Некрасова. – Орёл: ОГУ, 2010. – 289 с.
2.Шваб, К. Четвёртая промышленная революция / К. Шваб. – М.: Эксмо, 2016. – 528 с.

УДК 001: 165.41 +167/168:

ФУРМАН В.О

СТАНОВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БОЛЬШИХ ДАННЫХ КАК ИНСТРУМЕНТА НАУЧНОГО ПОЗНАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Появление технологии «больших данных» произвело революцию в управлении информацией, открыв беспрецедентные возможности для научных исследований и открытий. Хотя концепция больших данных часто ассоциируется с последними технологическими достижениями, ее корни можно проследить до исторического развития информационных тех-

нологий и статистических методов. *Цель* этого материала – раскрыть *эпистемологические аспекты больших данных*, исследуя их концептуализацию, историческую траекторию и значение для научного знания.

Термин «большие данные» широко известен благодаря Клиффорду Линчу, который ввел его в 2008 году [1]. Однако *концептуализация больших данных* уходит корнями в историческую эволюцию информационных технологий и статистических методологий. Наша цивилизация пережила несколько информационных взрывов, начиная с появления письменности и заканчивая распространением Всемирной паутины. Каждая из этих вех способствовала накоплению огромных массивов данных и разработке новых методологий их анализа. Важнейший поворотный момент в эволюции больших данных произошел с появлением Web 2.0. Эта эпоха преобразований способствовала распространению пользовательского контента, включая текст, изображения, аудио и видео. Экспоненциальный рост объема цифровой информации вывел большие данные на передний план в области управления информацией, что ознаменовало смену парадигмы в нашем подходе к созданию и исследованию знаний.

С эпистемологической точки зрения, большие данные представляют, *как возможности*, так и *проблемы* для научного познания. С одной стороны, большие данные разрешают задачу структурирования и анализа большого массива информации, позволяя исследователям выявлять закономерности, тенденции и ассоциации в масштабах, ранее невообразимых. С другой стороны, большие данные создают проблемы, связанные с качеством данных, их *интерпретацией и этическими соображениями* [2]. Эпистемологические аспекты больших данных подчеркивают их преобразующий потенциал и необходимость тщательного изучения и анализа. Прослеживая их историческое развитие и концептуализацию, мы можем получить представление о возможностях и *вызовах,* предоставляемых ими для научного познания. Поскольку мы продолжаем сталкиваться со сложностями, связанными с большими данными, крайне важно создать надежную эпистемологическую основу, направляющую исследование и понимание этой развивающейся области. В целом недооценка важности этических вопросов, возникающих в связи с применением больших данных как инструмента научного познания, может причинить как прямой, так и косвенный вред [3], что предполагает «оттачивание» философско-методологической рефлексии относительно технологии больших данных.

Библиографический список

1.Clifford, A., Lynch. Big data: How do your data grow? / Clifford, A., Lynch - Nature, 2008. –С. 28-29. – DOI 10.1038/455028A.

2.Кэти О’Нил. Убийственные большие данные. Как математика превратилась в оружие массового поражения; пер. с англ. В. Дегтяревой. – М.: Изд-во АСТ, 2018 – С. 115-118.

3.Багиров, М.Б. Большие данные и этика: территория обсуждения /М.Б. Багиров, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий научный вестник. 2018. № 3-6. – С. 941-945.

УДК 13/14: 168.5

ХРАМОВ А. Е., МИХАЙЛОВА Т. Л.

ФИЛОСОФСКО - МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ИСТОРИИ СОЦИОТЕХНИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ В ИНЖЕНЕРНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ: АКСИОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗМЕРЕНИЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Исторически развитие техники неразрывно связано с многогранной эволюцией жизнедеятельности человека. При этом происходит расширение и видоизменение потребностей общества. С первого своего появления на Земле человек использовал технику, являющуюся

своеобразным *инструментом* выживания и адаптации людей к природному биогенезу и необходимым фактором устойчивого развития человечества в будущем.

В настоящем докладе актуализируется вопрос о том, какова роль и дальнейшие перспективы человечества в современных *социотехнических системах*. Огромный научно-технический потенциал позволяет создать «всё из ничего». Однако будет ли это идти на пользу развития обществу, или наоборот – новейшие технологии, по существу, будут приводить к деградации личности? В этой связи особенно возрастает *роль аксиологических аспектов инженерной деятельности;* последнюю нельзя ограничить функциональными, техническими задачами. Её всегда следует соотносить не только с социальными, но и культурными (самобытными), политическими, психологическими, экологическими, правовыми нормами.

Показана историческая ретроспектива становления осознанной технической деятельности. Составлена подробная *таблица эволюционных этапов развития техники* (в частности, *электропривода*). Раскрыт вопрос о том, какое место в человеческой деятельности занимает техника в современном мире. Рассмотрена *концепция контуров технонауки* на основе исходных идей Б.Г. Юдина [1; 2]; сделан акцент на особый статус электрического привода в производственной и бытовой сферах деятельности.

Рассмотрена одна из определяющих частей в технико-технологическом развитии человека – электрический привод. Описана *история развития электротехники* – фундамента, базиса электропривода; определена её значимая роль в совершенствовании технологий. Выполнена проекция электрических приводов на плоскость *теории органопроекции* двух её представителей: Э.К. Каппа и П.А. Флоренского [3; 4]. По результатам проведённого сравнения, выявлена *потенциальная возможность определения принципов органопроекции* в рамках современных систем электрических приводов. Произведено соотношение электропривода с передовыми НБИК-технологиями, что показало интеграцию электропривода в рамках нано- и биотехнологий.

Проведено исследование такого явления как «*социотехническое проектирование*». Выявлено историческое становление инженерной деятельности в общественном сознании личности и человечества в целом. Синтезированы десять основополагающих принципов социотехнического проектирования, следование которым позволяет инженерному сообществу грамотно реализовывать не только техническую составляющую изделия, но и учитывать психологические, нравственные, моральные ценности и установки отдельного человека. Проведено философско-методологическое соотношение указанных принципов с *возможными рисками* на каждом этапе проектирования социотехнического изделия. Рассмотрен вопрос синтеза человека и техники. На соответствующих примерах выявлена важность *гуманизации техники*, учёта естественной природы. Показан путь определения *гармонизации* между человеком, техникой и Природой – *внутреннее самопроецирование* [5].

Итог нашего исследования – артикуляция авторского историко-научного и социотехнического взгляда на современное состояние технических систем как краеугольного камня человеческого бытия в координатах аксиологического измерения.

Библиографический список

1. Юдин, Б.Г. Человек в контурах технонауки. Комментируя комментарии / Б.Г. Юдин // *Epistemology & Philosophy of Science*. 2016. – № 2 (48). – С. 54-58.
2. Юдин, Б.Г. Технонаука и «улучшение» человека / Б.Г. Юдин // *Epistemology & Philosophy of Science*. 2016. – № 2 (48). – С. 18-27.
3. Багдасарьян, Н.Г. История философия и методология науки и техники: уч. для магистров / Н.Г. Багдасарьян, В.Г. Горохов, А.П. Назаретян. – М.: Юрайт, 2014. – 383 с.
4. Флоренский, П.А. Органопроекция / П.А. Флоренский // Историческая психология и социология истории. 2021. – № 2. – С. 167-182.
5. Ильенков, Э.В. Идеальное / Э.В. Ильенков // Культурно-историческая психология. 2006. – Т. 2. № 2. – С. 17-28.

УДК 13/14: 167/168.008

ШИРШИН К.А., МИХАЙЛОВА Т.Л.

БЫТЬ ИНЖЕНЕРОМ – ЭТО СУДЬБА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быть инженером – это судьба. Чтобы стать инженером, нужно иметь предназначение. Ведь именно он создаёт вещи, изменяющие мир. Именно инженер стоит у истоков инновационного: он – творец новых реальностей. *Инженерная деятельность* имеет специфику. В первую очередь, она связана с применением научно-технических знаний для создания новых технологий и продуктов. Инженер должен обладать глубокими знаниями в области математики, физики, химии, экономики и даже социологии. Но этого недостаточно. Важно понимать, как эти знания могут быть использованы для решения конкретных задач.

Инженерная деятельность требует от человека не только знаний, но и умения работать в команде, принимать *ответственные решения*, находить нестандартные подходы. Кроме того, инженер должен быть готов к тому, что его работа может привести к *неожиданным* результатам. Вспомним знаменитый пример, приводимый М. Хайдеггером в книге «Время и бытие», в котором описана гидроэлектростанция, встроенная в Рейн, а сама река представляет собой образ сооружения, создающего напор для вращения лопастей турбин [1, с. 226-227], что есть маркер нового качества Рейна – реки как *объекта для производства энергии*. Инженер, втянутый своей деятельностью в процесс «выведения из потаенности», чем захвачена *современная техника*, посредством которой это «выведение из потаенности» представлено как добывающее *производство* [1, с. 226], – несет *ответственность* за предъявляемые «неслыханные требования» к природе – «быть поставщиком энергии».

Об ответственности инженера-исследователя, определяющего конфигурации технологического прогресса цивилизации пишет и Бруно Латур, представитель STS-подхода в социологии науки. Он, обсуждая научные проекты, предлагает модель жизни ученого во всех дисциплинах, причем, превращая *феноменологию инженерной жизни* в феноменологию человеческой жизни [2, с.13]. Сведение инженерной жизни к повседневности человеческой жизни [4, с.482] – разве это не конкретизация тезиса: «быть инженером – это судьба»? Латур рассматривает жизнь современного ученого по *модели жизни инженера*, занимающего центральное место в *лаборатории*. Инженер ответственен за создание прибора или *технического средства*, без которого сама *технонаука* как «*состояние современного производства научного знания*» [2, с. 10] – не может состояться. Поэтому технонаука с ее центрированностью лаборатории и особым, *сетевым*, типом организации [3, с. 89] – предполагает включенность инженера-исследователя в *научные коммуникации*, что актуализирует коммуникативные компетенции, владение которыми – составляющая его профессиональной культуры. Быть инженером – значит, не только обладать призванием к созиданию мира, но и уметь найти *свое* место в проекте, коллективно воплощая его. Умение сочетать теоретические и прикладные знания как основание инженерного творчества, коммуницировать в рамках проекта – все это отличает инженера-исследователя.

Этот путь требует не только знаний, но и саморазвития в условиях роста технологий. Кроме технических навыков, инженеру необходимы коммуникативные способности. Сложные проекты предполагают не только интенцию на их результативность, но *и учет рисков* от внедрения технологии, от которой зависит безопасность людей, что требует освоения *культуры безопасности, ее ценностей и норм*. Инженерное творчество не ограничивается лабораторными стендами и чертежными досками, но и проявляется во всех сферах жизни – от строительства небоскребов и космических аппаратов до создания искусственного интеллекта. Инженеры играют ведущую роль в решении глобальных проблем. Таким образом, быть инженером – это больше, чем просто профессия. Это судьба, раскрывающая *творческий по-*

тенциал человека, избравшего жизненный путь и позволяющая оставить след в преобразовании среды на благо людей. Путь инженера наполнен вдохновением, а еще – *ответственностью* за созидаемые артефакты и технологии.

Судьба имманентно включает *ответственность как атрибут свободы*, а инженерное творчество – это всегда свобода. Согласно М. Хайдеггеру, «*свобода – это область судьбы*, посылающей человека на тот или иной путь раскрытия Тайны» [1, с. 232], что собственно и есть феноменология повседневной жизни современного инженера-исследователя.

Библиографический список

1. Хайдеггер, М. Вопрос о технике / М. Хайдеггер // Время и бытие; пер. с нем. В.В. Бибихина. – М.: Республика, 1993. – С. 221-238.
2. Латур, Б. Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества; пер. с англ. К. Федоровой. – СПб.: Изд-во Европейского ун-та в С.-Петербурге, 2013. – 414 с.
3. Корчагина, Ю.С. О правомерности введения конструкта сетевой науки, или об организационной форме технонауки / Ю.С. Корчагина, Т.Л. Михайлова // Революция и эволюция: модели развития в науке, культуре, обществе. Труды II Всероссийской научной конференции. – Нижний Новгород, 2019. – С. 89-91.
4. Блинков А.В. Проект как форма организации технонауки, или о «феноменологии жизни инженера» / А.В. Блинков, Т.Л. Михайлова// Будущее технической науки. Сборник материалов XVIII Всероссийской молодежной научно- технической конференции. 2019. – С. 482-483.

УДК 14/ 17.03: 573.22

ШУРАВИН А.С, МИХАЙЛОВА Т.Л.

ИСТОРИЯ БИОЭТИКИ КАК ПРИКЛАДНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В КОНТЕКСТЕ ЭВОЛЮЦИИ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО МАССИВА ЗНАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Произошедшие в середине XX века революционные изменения в области биологии и стремительное развитие новых биотехнологий – детерминируют генезис нового вида *прикладной этики*, когда *классическая философская этика* не способна снять напряжение, накопившееся в обществе. Именно в этот период происходит становление новой прикладной науки – *биоэтики,* зачатки которой прослеживались со времен Нюрнбергского процесса [1].

По определению П.Д. Тищенко, *биоэтика* – это «*междисциплинарная область знаний*, которая охватывает широкий круг философских и этических проблем, возникающих в связи с бурным развитием медицины, биологических наук, их использованием в сфере здравоохранения и высоких технологий» [2]. Главными причинами генезиса биоэтики принято считать следующие: а) снижение авторитета науки и страх общества перед ее мощью; б) стремительный темп глобализации и мультикультурности, в результате которых возникает проблема однозначного определения того, на какие нормы и ценности опираться конкретному человеку; в) фрагментация и искажение знания, обусловленное формированием средств массовой информации; г) социальные движения; д) невозможность применения абстрактных теоретических понятий морали и философской этики к реальным ситуациям; е) развитие биомедицинских технологий, ставивших под сомнение *основы классической этики.*

На момент генезиса и становления биоэтики в науке преобладают идеи, связанные с *антропоцентризмом* [3]. В центре внимания находится человек, его потребности, только человеку присущи ценности, и, следовательно, он имеет нравственный долг только перед

людьми. Для новой парадигмы характерно удовлетворение естественных потребностей и прав человека, даже путем выхода из режима самой естественности. Основные проблемы для *антропоцентрической биоэтики* – это *проблемы*: а) связанные с началом жизни человека и развитием репродуктивных технологий; б) смерти и умирания; в) возможности физической и психической модификации человека; г) конфликтов между интересами индивидов и интересами общества и государства в вопросах охраны здоровья. Эти проблемы возникли в условиях стремительного развития и внедрения в общедоступную практику медицинских технологий, когда ни одна из теорий в мире не способна решить новые, связанные с ними, постоянно возникающие этические вопросы. Две старые мировоззренческие традиции – религиозно-идеалистическая и материалистически-натуралистическая – не предоставляли право человеку произвольного манипулирования своей биологической сущностью.

Однако начало XXI века обусловлено развитием другого мировоззренческого основания биотики – *биоцентризма* [4]. Когда права и ценности каждого индивида находятся под защитой антропоцентризма, то возникает вопрос, могут ли свободы человечества притеснять свободы остальной биосферы. Попытки решить экологические проблемы общества в рамках антропоцентрической парадигмы не увенчались успехом. Антропогенное изменения окружающей среды приводит к качественному и количественному изменению биоценозов, в результате чего изменяется естественное течение жизни, что приводит к нарушению слаженной и равновесной работы всей биосферы. На данный момент философы и ученые во всем мире все чаще приходят к мысли, что человек не есть центр Вселенной, и он должен учитывать *права других живых существ*. В этом случае *биоцентризм*, в отличие от антропоцентризма, наделяет первичным приоритетом важности все живые организмы планеты, а не только человека. В рамках этой парадигмы актуализируются проблемы правомерности экспериментов над животными; проблемы искусственного мутагенеза, его влияния на эволюционный баланс биоценозов; проблемы *этики микробиомов*.

Таким образом, *биоэтика – это попытка поиска ответов на технологические вызовы современной эпох*и. В широком смысле она включает этические нормы отношения человека и общества, человека с животными, экологическую этику и этику взаимоотношения человека со всей биосферой. В конечном итоге, биоэтика – это про то, как нам остаться людьми, не потеряв себя, свою самость, в стремительной технологической гонке.

Библиографический список

1. Ганн, Е.А. Нюрнбергский процесс и его влияние на сферу медицины / Е.А. Ганн, Л.М. Медведева // Вестник Международного института экономики и права. 2015. – С. 248-250.
2. Тищенко, П. Д. Биоэтика // Этика: Энциклопедический словарь. – М. 2001. – С. 39-41.
3. Летов, О.В. Проблемы и принципы биоэтики // Человек: Образ и сущность. Гуманитарные аспекты. 2017. № 3-4. – С.189-199.
4. Крайнов, А.Л. Биоцентризм как модель экологического развития общества: социально-философский анализ // Известия Саратовского ун-та. Нов. сер. Сер. Философия. Психология. Педагогика. 2020. Т. 20. Вып. 2. – С. 129-133.

СЕКЦИЯ 14

СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ

УДК 629.735

АБРАКОВ А.А., КУЛАГИН А.Л., КАМАЕВ С.В., КОРОБЕЙНИКОВА Д.К., ГУДОВ А.А.

МЕТОДИКА РАСЧЕТА СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ САМОЛЕТА ПО ТИПУ БЕСХВОСТКИ (ЛЕТАЮЩЕЕ КРЫЛО)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из проблем в проектировании летательных аппаратов является подбор геометрических характеристик планера для устойчивого управляемого полета. И если в случае самолетов, выполненных по нормальной схеме, уже существует отработанная методика, то в случае с аэродинамическими схемами по типу бесхвосток и летающих крыльев всё не так однозначно.

Целью работы является создание простой методики по определению статической продольной устойчивости модели типа бесхвостки.

В ходе работы был разработан алгоритм определения необходимого положения центра тяжести для устойчивого горизонтального полета, а также были проведены эксперименты, подтверждающие правильность расчета.

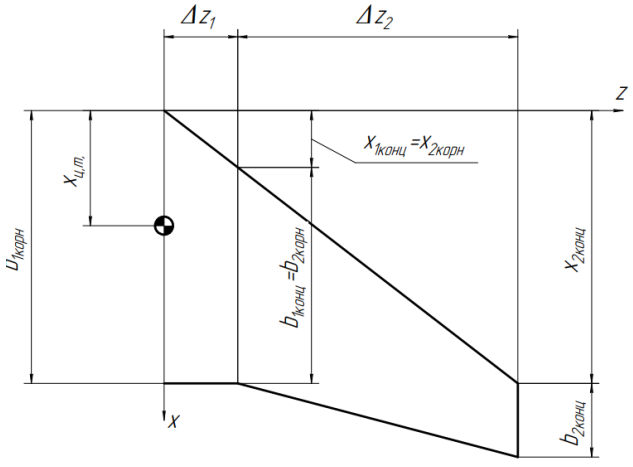


Рис. 1. Пример расчетной схемы

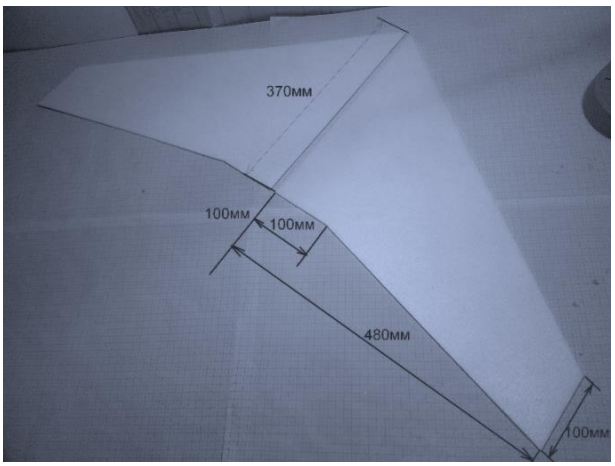


Рис. 2. Экспериментальная модель

Исходными данными являются:

- количество участков i,
- размах i-го участка крылаΔz_i,
- длина корневой хорды i-го участка крыла $b_{i\text{корн}}$,
- длина концевой хорды i-го участка крыла $b_{i\text{конц}}$,
- расстояние от начала координат до носика корневой хорды i-го участка крыла $x_{i\text{корн}}$,
- расстояние от начала координат до носика концевой хорды i-го участка крыла $x_{i\text{конц}}$,
- аэродинамические характеристики применённых профилей ($C_y(\alpha)$, C_{m0}).

Результатом расчёт является положение центра тяжести (ц.т.) самолета относительно передней кромки крыла. Для подтверждения расчетов из листа пенопласта было изготовлено три масштабных модели. На каждой из них экспериментальным путем было найдено положение ц.т., обеспечивающее равномерный горизонтальный полет.

В ходе сравнения расчетного и практического положения ц.т. выявленная погрешность не превышала 5%.

УДК 629.735

ГУДОВ А.А., КУЛАГИН А.Л., АБРАКОВ А.А., КАМАЕВ С.В., САФОНОВ А.А.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ КРЫЛА БПЛА НЕГАТИВНЫМ МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время направления проектирования и разработки технологического процесса изготовления беспилотных летательных аппаратов набирают активные темпы роста.

Основной задачей этой статьи является разработка крыла БПЛА самолётного типа. Целью реализованной работы, было изготовление крыла БПЛА негативным методом от этапа изготовления матрицы до готового изделия, которое удовлетворяет требованиям Всероссийского конкурса авиационного творчества «СКАТ».

Преимуществом этого метода является увеличению аэродинамических свойств крыла с помощью улучшения ламинарной поверхности и точности передачи форм профилей.

С учетом технического задания и дальнейших расчетов были подобраны профили крыла, его форма, а также КСС крыла. С использованием САПР «Компас 3D» было спроектировано крыло самолета, а в дальнейшем матрица.

Для изготовления матрицы необходимо из представленной 3D-модели крыла получить обратную 3D-модель (рис.1), спроектировать две формы верхней и нижней обшивки крыла для закладки карбона, каналы для отвода лишней смолы, отверстия для подачи давления компрессором, болтовые соединения. Далее модель фрезеруется на станке, на нем же изготавливается лонжерон крыла. На матрицы наносится разделительный слой воска, затем слой краски. Следующим этапом идет закладка карбоновых выкроек с нанесением смолы. В одну из форм закладывается лонжерон с угольными пластинами для повышения прочности крыла, пенал напечатанного на 3D-принтере, нервюры, изготовленной из фанеры. Затем наносится слой герметика на края матриц, формы соединяются и фиксируются болтами.

Подсоединяется компрессор для создания давления, в результате которого карбон прижимается к стенкам матриц и на крыле образуется ламинированная поверхность. Через 24 часа готовое крыло можно вынимать из матрицы.

Из всего сказанного можно сделать вывод, что проведённая схема изготовления крыла БПЛА позволила получить крыло с ламинарной поверхностью и точной передачи профилей, с критериями минимальной механической обработки.

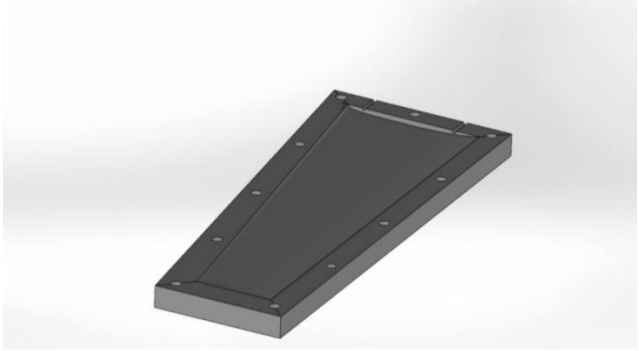


Рис. 1. 3D-модель матрицы

УДК 614

ГУЩИН К.О., КЕЧИН Е.С.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ТЕХНИЧЕСКАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ СОСТАВЛЯЮЩИХ КОМПОНЕНТОВ БАКТЕРИЦИДНОЙ СУШИЛКИ ДЛЯ РУК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Бактерицидная сушилка для рук представляет собой комплексную разработку, в которой наряду с механическими составляющими используются электронные компоненты и средства антимикробной обработки [1]. Для достижения определенного результата бактерицидной эффективности разработки требовалось создать систему, рассчитанную с учетом взаимного влияния всех компонентов. Исходя из этого, целью технического проектирования стала разработка:

- электронного средства управления работой бактерицидной сушилки для рук, обеспечивающего стабильную работу ртутных УФ-ламп;
- вентилятора, обеспечивающего оптимальную скорость воздушного потока внутри воздуховода для поддержания уровня объемной дозы излучения, не увеличивая при этом время, требуемое для сушки рук;
- нагревательного элемента, повышающего температуру воздуха, выходящего из воздуховода, чтобы снизить время использования сушилки для рук.

Реализовать питание УФ-ламп можно путем применения электронного балласта. Его главными характеристиками, интересующими нас, были рабочий ток и мощность, необходимые для питания УФ-ламп. Все производимые электронные балласты имеют фиксированные значение данных характеристик, поэтому требовалась их доработка. В основе вносимых изменений лежал расчет индуктивности, определивший дальнейшее проектирование соответствующего ему ферритового сердечника с намоткой.

Разработка вентилятора заключалось в выборе типа подвижной части. Для бактерицидной сушилки с целью обеспечения эргономичности был выбран центробежный вентилятор, который в сравнении с вентилятором осевого типа создает большее статическое давление, напрямую влияющее на напор воздушного потока. Основные геометрические параметры, такие как внешний и внутренний диаметр рабочего колеса, ширина лопаток, угол входа и выхода с лопаток, а также их кривизна, были получены методом подобия, благодаря которому удалось избежать сложных аэродинамических расчетов. Для более эффективного распространения воздушного потока был спроектирован спиральный кожух, построенный по принципу логарифмической спирали. Корректность созданной конструкции вентилятора подтвердилась моделированием в программном комплексе *Ansys fluent*.

При расчёте нагревательного элемента была выбрана наиболее оптимальная температура выходного воздушного потока, чтобы обеспечить безопасность кожи рук. Она составила 45ºС. В соответствии с температурой нагрева была рассчитана мощность нагревателя, конструктивно представляющего собой зигзагообразную ленту. С учетом материала нагревателя и условий его работы была получена температура самой ленты, по которой были выбраны геометрические параметры нагревательного элемента.

Таким образом, при проектировании бактерицидной сушилки для рук был решён ряд технических задач, необходимых для функционирования устройства и обеспечения требуемого уровня бактерицидной эффективности.

1. Гущин, К.О. Разработка бактерицидной сушилки для рук / К.О. Гущин, Е.С. Кечин // Наука молодых: сборник материалов XVI Всероссийской научно-практической конференции, 6-7 декабря 2023 г. – Арзамас: АПИ НГТУ, 2023, с. 106-110.

УДК 53.072.8:53.082.63

ДУДИНА М. А., БУДАРАГИН Р.В., ВОЛКОВ Л.А., МИЛИЧАЕВА Ю.И., САЗАНОВА А. А., СЕРОВ А. Д., СЫРОВА В.А., ТОКАРЕВА П.А.

ИЗМЕРЕНИЕ МОЩНОСТИ СВЧ-ИЗЛУЧЕНИЯ С ПОМОЩЬЮ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО МЕТОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ваттметры СВЧ – это приборы, главным образом предназначенные измерения мощности СВЧ-излучения. Помимо своего прямого назначения область применения подобных ваттметров довольно широка, и приборы получили распространение в комплексах как гражданских, так и военных: приборы используются в медико-биологических исследованиях, в определении характеристик, настройки многих радиоустройств. Ваттметры СВЧ применяются на всех этапах разработки, калибровки и производства генераторов и усилителей СВЧ. Однако на сегодняшний день на российском рынке нет достойного аналога зарубежным приборам подобного типа; достаточно проблематично найти отечественный прибор, который бы измерял мощность СВЧ порядка нескольких сотен Ватт и работал в диапазоне частот около нескольких десятков ГГц. Портативность также играет немаловажную роль. Поэтому вопрос разработки прибора, который отвечал бы всем вышеуказанным требованиям, является актуальным.

Цели: исследовать характеристики ваттметра СВЧ, использующего калориметрические методы измерения мощности; определить зависимости температуры от напряжения *t(U),* температуры от времени *t(τ)*, мощности от температуры *N(t).*

Материалы и методы: для разработки и определения характеристик прибора были использованы термисторы NTC 10000, поглотитель непроволочный резистивный ПРТ1-250 07.2020, согласованная нагрузка, кулер для охлаждения 160 Ватт, микроконтроллер. Принцип действия ваттметра основан на измерении изменений температуры или сопротивления элементов, в которых рассеивается энергия исследуемых электромагнитных колебаний. Калориметрические методы измерения мощности основаны на преобразовании электромагнитной энергии в тепловую в сопротивлении нагрузки, являющейся составной частью измерителя. Количество выделяемого тепла определяется по данным изменения температуры в нагрузке или в среде, куда передано тепло.

Результаты: по итогам экспериментов были получены зависимости ранее указанных величин. Посредством использования программы MC Excel была проведена обработка данных, зависимости представлены в виде графиков, произведена аппроксимация, точность, которой, по меньшей мере, составила 98%. Отклонения реальных результатов от прогнозируемых не превышает 5%. На основе этого была получена формула мощности от температуры *N(t),* полученная зависимость оказалась линейной.

Заключение: калориметрический метод достойным образом показал себя в измерении мощности СВЧ-излучения. В дальнейшем планируется провести меры по увеличению точности измерений, снижению погрешности до 1%. В ходе экспериментов выяснилось, что корпус опытного образца не нагревается, что, конечно, не отменяет возможности продолжать

совершенствовать его конструкцию, но говорит, о том, что прибор на данном этапе отвечает запросу по портативности. Использование мощного поглотителя также в положительном ключе говорит о факте создания ваттметра, способного измерять мощности около 250 Вт.

УДК623.746.-519

С.В. КАМАЕВ, А.Л. КУЛАГИН

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СТРЕЛОВИДНОГО ЛЕТАЮЩЕГО КРЫЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Исследование стреловидного композитного крыла БПЛА с целью получения прочностных характеристик в различных режимах полета – достаточно сложный процесс, несколько отличающийся от исследования прямого крыла, включает в себя ряд особенностей.

Одна из ключевых – напряженное состояние стреловидного крыла от изгиба отличается от напряженного состояния прямого крыла, главным образом, в корневой части по причине возникновения концентрации нормальных напряжений в корневом треугольнике.

Цель данной работы заключалась в выявлении критических напряжений в корне крыла БПЛА при помощи программ математических расчётов «MicrosoftExcel» и «Mathcad» с последующей проверкой и визуализацией в системе автоматизированного проектирования «SiemensNX» с использованием приложения «NXCAE».

Для получения прочностных характеристик необходимо рассчитать нагрузки, действующие на консоль крыла для основного ряда случаев: установившийся полет, пикирование и кабрирование с учетом коэффициентов перегрузки, предусмотренных НЛГ БЛА. Стоит отметить, что распределенные нагрузки, перерезывающие силы, изгибающие и крутящие моменты рассматриваются в нескольких сечениях, включая опасное в корневом. По вычисленным нагрузкам были построены эпюры напряжений, выявлены статический момент и момент инерции, что в дальнейшем позволило посчитать действительные напряжения.

После проведения расчётов напряжений, действующих на каждую консоль крыла, сформирован вывод о том, что с требуемым запасом прочности конструкция выдержит критические деформации.

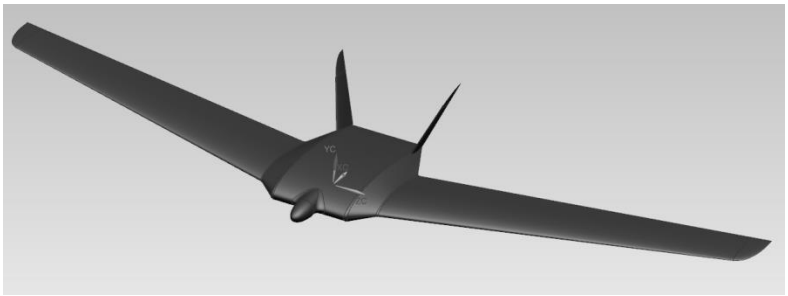


Рис. 1. Исследование летающего крыла в программе «Siemens NX»

УДК 629.735

КОРОБЕЙНИКОВА Д.К., КУЛАГИН А.Л., АБРАКОВ А.А., САФОНОВ А.А., КАМАЕВ С.В., ГУДОВ А.А.

РАЗРАБОТКА СТЕНДА ДЛЯ ПРОВЕРКИ ТЯГИ ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время использование беспилотных летательных аппаратов (далее БПЛА) распространилось на многие сферы. Для создания рабочего беспилотного БПЛА требуется

учитывать множество различных факторов. Одним из важных пунктов в разработке БПЛА является подбор бортового оборудования, а в частности электродвигателя. Основной характеристикой электродвигателя является тяга и потребляемая мощность. Очень важно, чтобы реальная тяга совпадала с заявленной.

Целью работы было вычисление потребной мощности и располагаемой тяги двигателя, выбранного для БПЛА, разрабатываемого для Всероссийского конкурса авиационного творчества «СКАТ».

В ходе работы было разработаны два вида стендов для тягового динамометра: стенд рычажного типа для вертикального расположения электродвигателя (рис.1.) и стоечного типа для горизонтального расположения электродвигателя (рис.2.).

Стенд для вертикального расположения электродвигателя (рис.1.) представляет собой «качели». Один конец балки поднимается двигателем. Динамометр одним концом крепится к краю стола, другим (пружина/проволока/стержень) к краю балки, к которому прикреплён электродвигатель. Пружина (проволока/стержень) под действием тяги деформируется. Эта деформация регистрируется динамометром. Точка опоры расположена на середине балки. Это позволяет избавиться от лишних расчётов моментов сил.

Стенд для горизонтального расположения двигателя (рис.2.) включает в себя стойку с полозьями и подвижную часть, к которой крепится двигатель. Динамометр закрепляется на стойке. Двигатель оттягивает подвижную часть. Пружина (проволока/стержень) под действием тяги деформируется. Эта деформация регистрируется динамометром.

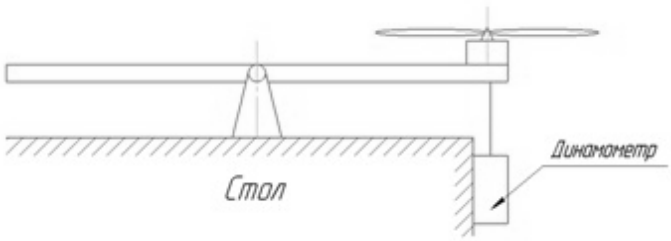


Рис. 1. Эскиз стенда рычажного типа

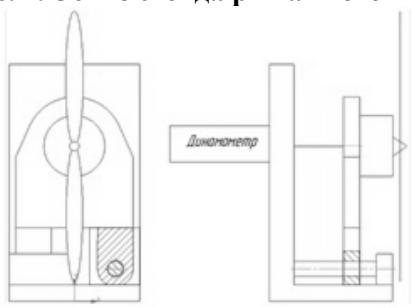


Рис. 2. Эскиз стенда стоечного типа

УДК 62-235

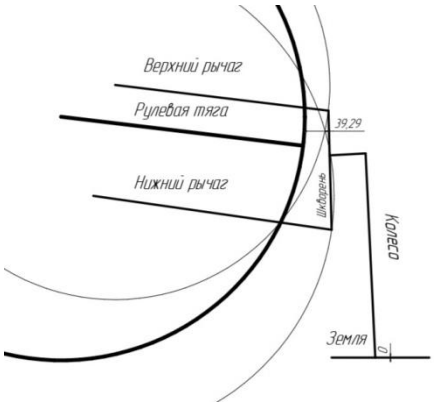
КОСОЛАПОВ А.С., КУЛАГИН А.Л., КУЗМИЧЕВ В.А.

ПРЕДВАРИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДЛИНЫ РУЛЕВОЙ ТЯГИ НА ИЗМЕНЕНИЕ СХОЖДЕНИЯ

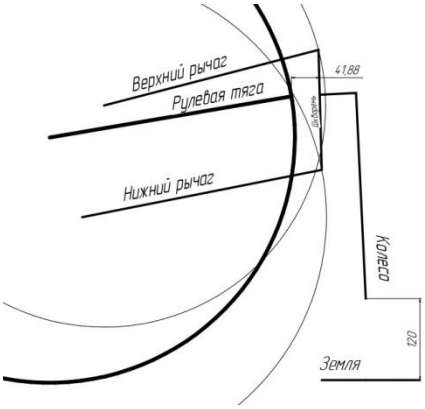
Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

При работе подвески на сжатие или отбой, у колес изменяется угол схождения, что вызывает отрицательный эффект при управлении автомобиля. Происходит это из-за того, что каждый элемент поворачивается по индивидуальной окружности. Чтобы этого избежать, необходимо провести предварительную оценку влияния длины рулевой тяги на изменение

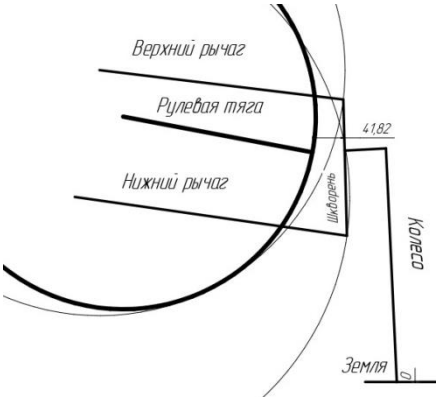
схождения. Для этого формируется кинематическая схема с возможностью воздействия на положение колеса (рис.1).



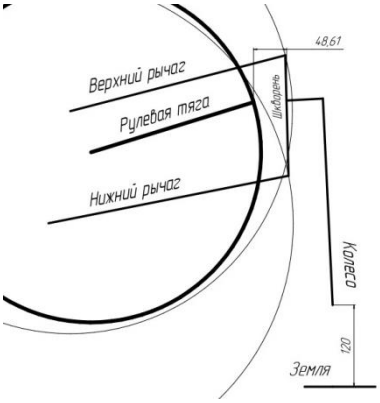
а) нейтральное положение колеса, длинная рулевая тяга



б) сжатие подвески, длинная рулевая тяга



в) нейтральное положение колеса, короткая рулевая тяга



г) сжатие подвески, короткая рулевая тяга

Рис. 1. Кинематическая схема взаимодействия рулевой системы с подвеской

Базовой точкой выбирается соединение шкворня и рулевой тяги. Задавая положение рулевой рейки и базовой точки, формируется рулевая тяга и ось её вращения. Имитируя ход подвески, оценивается изменение расстояния от базовой точки до шкворня. В процессе разработки рулевой системы необходимо стремиться снизить величину изменения расстояния до 0 мм.

На эффект паразитного подруливания невозможно повлиять при эксплуатации автомобиля, его необходимо минимизировать на стадии разработки конструкции. Более подробная оценка изменения схождения колеса при ходах подвески производится по 3ех мерной имитационной модели, построенной в программном пакете Autodesk Inventor.

УДК 62-235

КОСОЛАПОВ А.С., КУЛАГИН А.Л., КУЗМИЧЕВ В.А.

НАХОЖДЕНИЕ ОПТИМАЛЬНЫХ УГЛОВ ПОВОРОТА ПО ЗАДАННОЙ ТРАЕКТОРИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Для эффективного прохождения поворота необходимо обеспечить разный угол поворота внешнего и внутреннего управляемого колеса. Для определения оптимальных углов поворота колес составляется кинематическая схема траектории движения автомобиля по описанному в регламенте соревнований радиусу (рис.1).

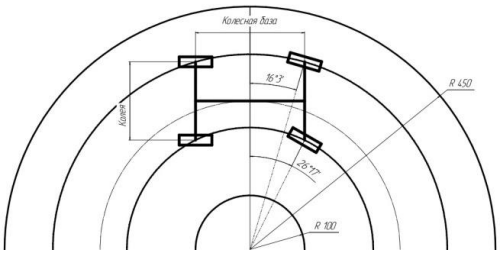
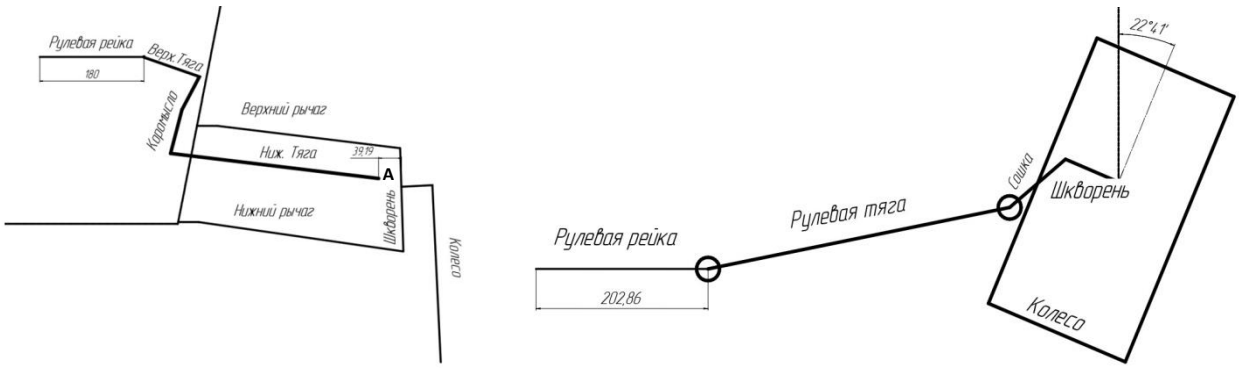


Рис. 1. Кинематическая схема траектории движения автомобиля по радиусу

При конструировании рулевого управления необходимо провезти расчёт величины перемещения рулевой рейки от градуса угла поворота рулевого колеса. Максимальный угол поворота рулевого колеса выбирается из условий эксплуатации автомобиля.

Компоновка элементов в спортивном автомобиле подразумевает нахождение компромиссов между легкостью и функциональностью конструкции. В проекте «Mini Baja» элементы полноприводной трансмиссии не позволяют разместить рулевую рейку внизу автомобиля, поэтому в конструкции появляются коромысла, которые дополнительно могут быть использованы в качестве изменения передаточного числа рулевого механизма.

Подбор геометрических параметров конструктивных элементов и их относительное положение в конструкции, влияющие на углы поворота управляемых колёс, оцениваются по кинематическим схемам, построенным в двух проекциях (рис.2).



а) вид спереди *б) вид сверху*

Рис. 2. Кинематическая схема работы рулевой системы

Работая с кинематическими схемами, определяется перемещение точки А (рис. 2, *а*) в зависимости от хода зубчатой рейки с учётом передаточного числа коромысла. Перемещение точки А закладывается в перемещение хода зубчатой части рейки на упрощённой кинематической схеме (рис. 2, *б*). Оценка угла поворота колеса происходит поочерёдно, сначала внутреннее колесо, затем наружное и сравнивается со схемой траектории движения (рис. 1). Для изменения угла поворота колёс необходимо воздействовать на угол и длину рулевой сошки, на расположение и ширину рулевой рейки, на геометрию коромысла и на место прихода рулевых тяг.

УДК 004.896.22.

КОЧЕТКОВ Г.Ю., БУШУЕВ Д.В., ЧЕРЕМИН Д.А.

ПОМОЩЬ ОХРАННЫМ ОРГАНИЗАЦИЯМ ПО ОБНАРУЖЕНИЮ ПРЕСТУПНИКОВ ИЛИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ПРЕСТУПНИКОВ С ПОМОЩЬЮ ДРОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

В большинстве охранных организаций патрулирование осуществляется охранниками, что создает уязвимость для злоумышленников. Камеры видеонаблюдения имеют критиче-

ские недостатки, включая мертвые зоны, которые могут быть нивелированы установкой дополнительных камер. Решением проблемы является использование беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) для видеонаблюдения и обнаружения злоумышленников.

БПЛА обладают высокой мобильностью и способностью обнаруживать объекты в реальном времени благодаря нейросетям.

Выбор БПЛА для данной задачи включает наличие большой ёмкости аккумулятора, хорошего Wi-Fi модуля и высококачественной видеокамеры. Обучение нейросети YOLO v8 на датасете изображений людей позволяет дрону определять и следовать за объектами.

Использование библиотеки DJITelloPy обеспечивает удобное управление дроном и вывод видеопотока.

Многопоточное программирование позволяет использовать несколько дронов одновременно для патрулирования территории. Программа предсказывает возможные столкновения между дронами и блокирует их движение при близком расстоянии друг к другу.

Использование БПЛА в охранных организациях снижает затраты на персонал и облегчает патрулирование территории, повышая эффективность обнаружения преступников.

УДК 621.22

МАРКЕЕВА Т.М., БУДАРАГИН Р.В., РУЧКИН Д.С.

ПРОЕКТИРОВНИЕ СИСТЕМЫ ВОДЯНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ТЕПЛОВЫДЕЛЯЮЩИХ СБОРОК РЕЗИСТИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Разрабатываемая система применяется в качестве комплектующего в блоках балластной нагрузки – устройств по преобразованию электрической энергии в тепловую. Они используются в области электроэнергетики при производстве и экспериментальной отработке электрогенераторов силовых установок.

На данный момент при использовании непроволочных резисторов в качестве тепловыделяющего элемента в блоках балластных нагрузок существует несколько проблем/сложностей:

1) недостаточная эффективность теплосъема, что приводит к перегреву резисторов

2) большие масса габариты секций при компоновки нескольких резисторов.

3) неудобство конструкции секций резисторов: каждый из резистивных элементов находится в своем кожухе, которые в свою очередь соединены общей «плитой» в единую секцию; поэтому при выходе из строя одного элемента необходимо выводить из работы целую секцию и разбирать ее полностью, что является сложным и времязатратным процессом.

Предполагается, что наше изделие улучшит и упростит конструкцию блоков балластной нагрузки, а именно:

1) улучшит теплосъем тепловыделяющих элементов.

2) уменьшит габариты секции.

3) за счет инновационного крепления даст возможность вынимать один резистивный элемент без полного разбора конструкции.

Всё это достигается за счет собственной разработки коллекторно-охлаждающей системы, не имеющий аналогов на рынке.

Ставятся задачи: спроектировать 3D-модель изобретения, рассчитать теплофизические показатели теплоносителя в системе, изготовить испытательный образец с номинальной мощностью 60 кВт и провести эксперименты.

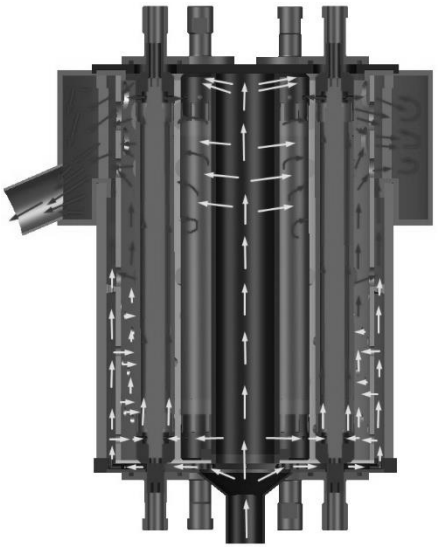


Рис.1. Направление потока теплоносителя

На данный момент создана пробная, недетализированная 3D-модель системы. Конструкция охлаждения состоит из: двухстенного бака, крышки верхняя и нижняя, центрального охлаждающего аппарата, коллектора подвода теплоносителя и кожух отвода теплоносителя.

Тепловыделяющий модуль состоит из 6 одинаковых сборок: резистивный элемент, два плавающих контакта, вытеснитель. При помощи нее электрическая энергия преобразуется в тепловую, сопротивление нагревается.

За счет конструктивных особенностей теплоноситель, попадая в нижний коллектор, расходится в межстенное пространство бака и в центральный охлаждающий аппарат, где образуется турбулентный режим течения. В нижний части рабочего пространства теплоноситель подается на тепловыделяющие элементы, охлаждая их, в верхней части жидкость уходит в кожух и отводится из системы. Благодаря сложной системе отверстий во всем изделии поддерживается турбулентный поток, высокая скорость жидкости и большой напор теплоносителя, что увеличивает количество отводимого тепла.

УДК 629.735

МАРТЫНОВ П.В., КУЛАГИН А.Л., САФОНОВ А.А., КАМАЕВ С.В., АБРАКОВ А.А.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАДАЧИ РАСПОЗНАВАНИЯ СИМВОЛОВ АРМЯНСКОГО АЛФАВИТА ПРИ ПОМОЩИ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время системы компьютерного зрения используются повсеместно для решения задач различного рода.

Целью работы является разработка системы компьютерного зрения для распознавания символов армянского алфавита в режиме реального времени, установленной на летательном аппарате.

Поскольку система может использовать некоторые готовые решения, то в качестве основных инструментов для создания подобной системы будут использована библиотека OpenCV – для захвата изображения с камеры и TesseractOCR – для распознавания символов, с полученного изображения.

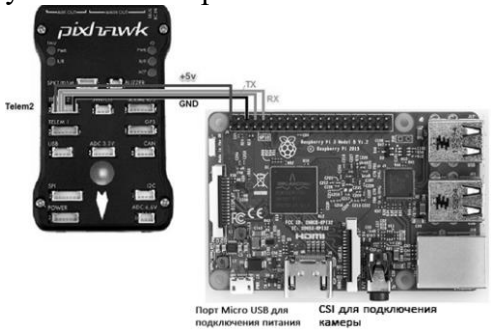


Рис. 1. Схема подключения Raspberry

Система будет реализована на базе одноплатного компьютера Raspberry на ОС Ubuntu. Для получения телеметрии с полетного контроллера будет использован последовательный порт Telem2. Для подключения камеры будет использоваться интерфейс CSI. Питание микроконтроллера будет осуществляться при помощи MicroUSB. Схема подключения представлена на рис. 1.

Для улучшения качества распознавания изображения необходимо разработать собственный конфигурационный файл с настраиваемыми параметрами. Перед распознаванием

изображения, будет происходить предварительная обработка: преобразования гаммы в черно-белую (при помощи алгоритма Otsu), увеличение контраста, подавление шумов (случайных изменений яркости или цвета изображения). После чего, при помощи предустановленного языкового набора арабского и армянского алфавита будет проходить распознавание текста с изображения. Примеры распознавания текста представлены на рис. 2 и 3.

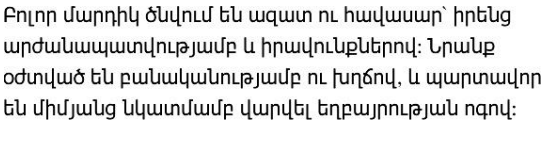

Բոլոր մարդիկ ծնվում են ազատ ու հավասար՝ իրենց արժանապատվությամբ և իրավունքներով: Նրանք օժտված են բանականությամբ ու խղճով, և պարտավոր են միմյանց նկատմամբ վարվել եղբայրության ոգով:

Рис. 2 Исходное изображение

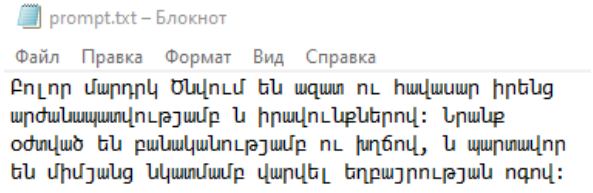


Рис. 3 Полученный текст

В рамках летных испытаний необходимо будет ввести дополнительные метрики, например, обработку фона изображения или учет искажения изображения. Искажение изображения будет возникать из-за угла различного наклона камеры относительно изображения во время полета. Качество распознавания в Tesseract значительно снижается, если изображение слишком сильно искажено или перевернуто.

Исходя из всего этого, можно предположить, что данная система, установленная на БПЛА, будет с высокой точностью выполнять задачу распознавания символов.

УДК 004.522 + 004.934

МАРТЫНОВА И.А

СОЗДАНИЕ ГОЛОСОВОГО ПОМОЩНИКА ДЛЯ ПК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из наиболее инновационных продуктов последнего времени является голосовой помощник – программное решение, которое активируется голосом пользователя и позволяет вводить запросы в систему без необходимости использования клавиатуры. Это новые возможности взаимодействия с цифровыми устройствами. Современные голосовые помощники выходят за рамки информационных технологий, включаясь в повседневную жизнь, делая ее проще и эффективнее. Они предоставляют помощь в разных сферах, от проигрывания музыки до управления умным домом.

Целью работы было создание удобного в использовании и интеллектуального помощника, способного удовлетворить потребности пользователей в различных задачах. В качестве языка программирования проекта был выбран Python [1], так как он обладает большим количеством библиотек и модулей, специально разработанных для обработки звука, распознавания и синтеза речи, а также естественной обработки языка; а в качестве среды разработки была выбрана PyCharm, которая представляет широкий спектр инструментов и функций.

Разработка голосового помощника – многогранная задача, которая потребовала решения нескольких взаимосвязанных подзадач, перечисленных далее.

- Необходимо было создать модуль преобразования текста в речь, который преобразовал бы текстовые команды в речь. Для этого используется модель Silero, которая обеспечивает качественное звучание русского языка и работает без подключения к интернету. Для воспроизведения имеющейся речи и создания «разговора» с помощником применяется библиотека Sounddevice.
- Требовался модуль распознавания речи, который преобразовал бы произносимые команды в текст. Была выбрана модель Vosk, эффективно справляющаяся с распознаванием русской речи.

- Также необходимо было разработать функционал голосового помощника, который обрабатывает распознанные команды и выполняет соответствующие действия. Для сравнения произносимых команд и заранее определенных шаблонов используется библиотека FuzzyWuzzy. Например, человек может спросить у помощника время и вне зависимости от того, как человек это скажет, ассистент поймет команду и выдаст правильный ответ.

В ходе реализации проекта был разработан функционал голосового помощника, который позволяет выполнять различные задачи и предоставлять полезную информацию. Этот функционал включает в себя: управление файлами, браузером, мультимедиа и поиск информации (предоставление информации о погоде, новостях и др.).

Созданный голосовой помощник обладает большим потенциалом для развития. Можно расширить функционал, рассмотреть возможность использования ИИ для улучшения распознавания и обработки естественного языка [2].

Библиографический список

1. Руководство по Python // The Python Tutorial URL: https://docs.python.org/3/tutorial/index.html (дата обращения: 20.03.24).
2. Рассел Стюарт, Норвиг Питер // Искусственный интеллект. Современный подход. Том 3. Обучение, восприятие и действие: Пер. с англ. – 4-е изд. – СПб: ООО «Диалектика», 2022. – 640 с.

УДК 629.3.015

МАСЛЕННИКОВ И.А., КУЛАГИН А.Л., ЖУКОВ А.Е., МАСЛЕННИКОВ А.Н.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИИ СТЫКА ДЕТАЛЕЙ НА ПРОЧНОСТЬ СВАРНОГО ШВА ПРИ РУЧНОЙ ДУГОВОЙ СВАРКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
МАОУ «Лицей № 38» г. Нижнего Новгорода

Сварка является одним из наиболее распространенных методов соединения металлических деталей в различных отраслях промышленности. От качества ее выполнения зависит безопасность и надежность конструкции в целом.

Геометрия стыка деталей является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на прочность сварного шва. Определение влияния геометрии стыка деталей на прочность сварного шва при ручной дуговой сварке – основная цель практической части данной исследовательской работы.

Теоретическая часть направлена на ознакомление с основами сварки металлов, классификацией видов сварки, погружение в сущность способа ручной дуговой сварки: оборудование, параметры режимов, материалы, правила техники безопасности и пр.

В ходе выполнения данной работы были изготовлены 24 образца (рис.1) сварных швов из металлических заготовок марки Ст3кп с различными вариантами геометрии стыка в вертикальном и горизонтальном положении. Полученные образцы были испытаны на прочность растяжением поперек сварного шва с приложением плавно-нарастающего усилия на испытательных машинах учебных МИ-50У и ЦДМУ-30 в условиях кафедры «Аэрогидродинамика, прочность машин и сопротивление материалов» (рис.2). Также растяжение образцов было смоделировано в программном комплексе САПР SolidWorks Simulation (рис.3).

Результаты исследований показали, что для обеспечения наибольшей прочности сварных соединений необходимо выставлять свариваемые детали с зазором в соответствии с

ГОСТ 5264-80, например, в случае при толщине свариваемых листов 4 мм зазор должен составлять 2+1-0,5мм.

Требование ГОСТ 5264-80 в части обеспечения зазора в стыке свариваемых деталей при сварке с разделкой считаю нецелесообразным и трудоемким.

При отсутствии возможности выставления и удержания зазора, а также с учетом трудностей, связанных с обеспечением требуемого зазора в свариваемом стыке между свариваемыми деталями, рекомендуется выполнять разделку и выставление стыка без зазора.

Существующие на сегодняшний день рекомендации по выбору режимов сварки неоптимальны при проведении сварки на современном оборудовании типа инвертора. Требуется проведение работы по подбору оптимальных значений силы сварочного тока при различных типах геометрии стыка и пространственного положения сварного шва.

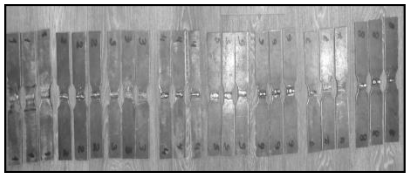


Рис.1 Образцы для проведений испытаний на прочность сварного соединения

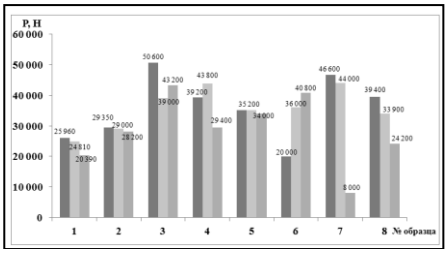


Рис. 2 Результаты испытаний на испытательных машинах учебных МИ-50У и ЦДМУ-30

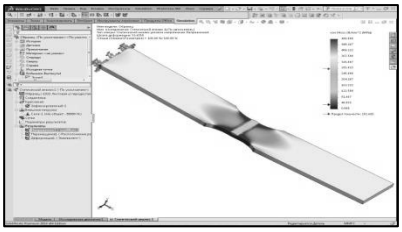


Рис.3 Возникающее внутреннее напряжение при растяжении в САПР Solid Works Simulation

УДК 629.3.022

НЕДОТЕКИН И.А., КУЗМИЧЕВ В.А., КУЛАГИН А.Л.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТОРМОЗНЫХ УСИЛИЙ В АВТОМОБИЛЕ КЛАССА «MINI BAJA»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для перераспределения рабочего давления в тормозной системе автомобиля класса «MiniBaja» используется баланс-бар, который монтируется в педаль тормоза и из-за разности плеч распределяет усилие воздействия ноги водителя на педаль по двум рабочим тормозным контурам – передней и задней оси.

Баланс-бар состоит из оси, которая монтируется в педаль тормоза через шарнир, дистанционных втулок, которые изменяют плечи рычага относительно его центра вращения, вилок для соединения со штоками ГТЦ [1].

При компоновке баланс-бара в педали тормоза, необходимо оценить угол его работы. Для этого разрабатывается кинематическая схема с входными данными по максимальному перемещению педали и обратной силе воздействия от тормозной системы F2 на ось баланс бара (рис.1).

Ограничением по углу работы баланс-бара является ширина педали, рассчитанная на прочность в Kompas-3D, в которую он монтируется через вварную втулку. Предварительная оценка конструкции происходит по трехмерному сечению втулки и баланс-бара (рис.2).

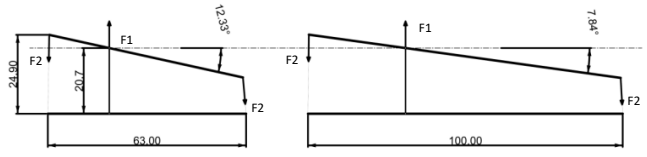
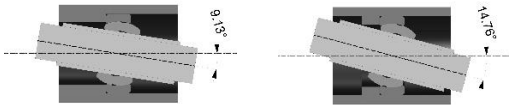


Рис.1. Кинематическая схема работы баланс-бара



а) б)

Рис.2. Сечение втулки и баланс-бара

Решением компоновочной задачи является подбор длины оси баланс-бара. Чем длиннее ось, тем меньший угол отклонения, такая зависимость прослеживается из кинематической схемы (рис.1).

Т.к. при разработке автомобиля стоит стремиться к компактным и лёгким решениям, вариант компоновки, рассмотренный на рис. 2, *а* не удовлетворяет конструкцию своим предельным углом отклонения. В варианте компоновки, изображённой на рис. 2, *б* представлена адаптированная геометрия вварной втулки и увеличенная длина оси баланс-бара, для организации запаса угла отклонения с возможностью организации большего перераспределения тормозных усилий.

Теоретические расчёты планируется подкрепить испытаниями. Для этого в конструкцию тормозной системы интегрируются датчики давления тормозной жидкости, по которым можно оценить эффективность работы баланс-бара. Информация с датчиков обрабатываться блоком управления и выводится на приборную панель. Такое решение позволит с большей точностью оценить эффективность перераспределения тормозных усилий по осям автомобиля, а конструкция баланс-бара обладает возможностью изменения плеч для точной регулировки рабочего давления.

---

1. Тюшов А.Ю., Кулагин А.Л. Проектирование тормозной системы да внедорожного спортивного автомобиля класса “MiniBaja”//Сборник статей и тезисов 22-ой Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». НГТУ – Нижний Новгород, 2023

УДК 629.3.022

НЕДОТЕКИН И.А., КУЗМИЧЕВ В.А., КУЛАГИН А.Л.

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТОРМОЗНЫХ УСИЛИЙ ПРИ МАКСИМАЛЬНОМ ЗАМЕДЛЕНИИ В АВТОМОБИЛЕ КЛАССА «MINI BAJA»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По техническому регламенту соревнований «Mini Baja» спортивный автомобиль должен быть оборудован разделёнными тормозными контурами на переднюю и заднюю оси.

Тормозное усилие, которое необходимо сформировать на колесе определяется двумя факторами – коэффициентом сцепления шин с дорогой и нормальной реакцией опоры. Коэффициент сцепления шин с дорогой выбирается по наилучшему дорожному покрытию эксплуатации автомобиля [1]. Нормальная реакция опоры – величина переменная и рассматривается при максимально возможном замедлении.

Для определения нормальных реакций необходимо определить координату центра масс (ЦМ) автомобиля (рис.1) [2]:

$$x_c(y_c) = \frac{\sum x_i(y_i) \cdot m_i}{\sum m_i}, \text{м} \qquad (1)$$

где x_c и y_c - координаты ЦМ автомобиля, x_i и y_i - координаты ЦМ отдельно взятых элементов автомобиля, m_i- масса отдельно взятых элементов автомобиля.

Реакция опоры F_nопределяется (рис.1):

$$F_n = \frac{M \cdot g \cdot a}{L}, \text{Н} \qquad (2)$$

где M·g – вес автомобиля, a – расстояние по оси абсцисс от ЦМ до оси.

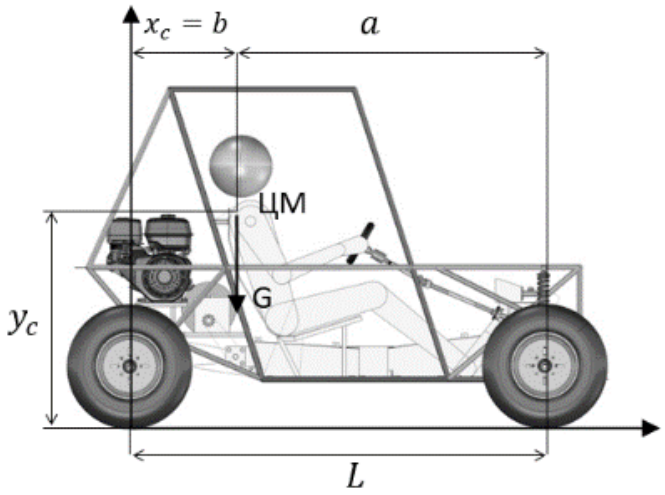


Рис. 1. Расположение ЦМ автомобиля

Чем ближе ЦМ к оси, тем с большей силой эта ось давит на землю. При торможении автомобиля возникающая сила инерции повышает нормальную реакцию опоры на передней оси и понижает на задней. Высота ЦМ влияет на интенсивность перераспределения нормальной реакции опоры между осями автомобиля. Чем выше ЦМ от поверхности земли, тем значительнее переносится вес.

Величину замедления необходимо подбирать из условий эксплуатации, для спортивного автомобиля$J = 9{,}8$ м/с^2

$$F_{nj} = F_n \pm \frac{M \cdot H \cdot J}{L}, \qquad (3)$$

где F_{nj} - реакция на ось с учетом ускорения, M – масса автомобиля, H – высота ЦМ, J – замедление автомобиля, + передняя ось, - задняя ось.

Определив отношение нормальных реакций на передней и задней оси с учетом замедления автомобиля, мы можем определить отношение тормозных усилий, а значит и отношение давлений тормозной жидкости в контурах. Распределение давления осуществляется при помощи баланс-бара.

Библиографический список

1. Теория автомобиля: Учебник / В.Н. Кравец; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. - 2-е изд., перераб. - Н.Новгород: Изд-во НГТУ, 2013. –192-198 с.
2. Ильянов С.В., Кузьмин Н.А. Расчёт координат центра масс и реакций на колёсах автомобиля/ / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: С.В. Ильянов, Н.А. Кузьмин. 2019.

УДК: 629.02

ПОМЕЛОВ Ф.П.,КУЛАГИН А.Л., ЯХЛАКОВ А.А., СТРЕЛЬНИКОВ В.М.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИЛОВОЙ УСТАНОВКЕ С БЕНЗИНОВЫМИ ВЕРСИЯМИ НА ГРУЗОВОМ АТП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,

Грузовые электрические автомобили становятся все более популярными в современном мире благодаря своей экологичности, энергоэффективности и низким операционным расходам. Они могут быть использованы для различных видов перевозок, таких как грузовые

перевозки, доставка товаров, обслуживание инфраструктуры и др. Причина озабоченности дорожных экологов – загрязнение окружающей среды из-за растущего грузового трафика, не в последнюю очередь связанного с набирающей обороты онлайн-торговлей. Почти пятая часть CO-выбросов приходится на коммерческие автомобили, многие из которых используются для доставки товаров жителям, магазинам и компаниям.

В данной работе рассмотрена выгода перехода грузовых АТП на электротягу. Для расчетов будем использовать такие автомобили как КамаЗ-65111 и КамаЗ-53198 «Чистогор». Рассчитаем стоимость расхода топлива на 100 км пробега. КамаЗ-65111 расходует 26 литров дизельного топлива. На 27 апреля 2024 года 1 литр дизельного топлива стоит 60,90 рублей. Получается, что 100 км пробега на КамаЗ-65111 стоит: 60,90 · 26 = 1583,4 рубля.

КамаЗ-53198 имеет аккумулятор емкость 156,6 кВт·ч и дальность хода при полном заряде 100 км. Стоимость 1 кВт в Нижегородской области для предприятий составляет 8,25 рублей. Получаем, что стоимость 100 км пробега для КамаЗ-53198 составляет: 8,25 · 156,6 = 1291,95 рубля. Исходя из полученных результатов, мы можем увидеть, что на 100 км КамаЗ-53198 выгоднее, чем Камаз-65111 на 291,45 рубля.

Второй, не менее важной составляющей для расчета стоимости пробега автомобиля – это стоимость технического обслуживания транспорта (ТО-1, ТО-2). Стоимость ТО для Камаз-65111 составляет: ТО-1 – 24980 рубля, ТО-2 – 26790 рубля. На КамаЗ-65111 ТО-1 проводится с периодичностью 25000 км, а ТО-2 – 50000 км. Получаем, что до ресурсного пробега (300000 км) на автомобиле проведут 6 ТО-1 и 6 ТО-2. В сумме, за время эксплуатации автомобиля будет потрачено 6 · 24980 + 6 · 26790 = 310620 рублей.

Для автомобиля КамаЗ-53198 нет достоверной информации, касающейся технического обслуживания. Чтобы сравнить стоимость ТО-1 и ТО-2 необходимо более тщательно изучить вопрос и подготовить материалы для проведения расчетов. Требуется углубленное исследование и подготовка достаточного объема информации для успешного выполнения расчетов.

Из имеющихся данных следует, что автомобиль КамАЗ-53198 обладает более высокой эффективностью и экономичностью по сравнению с КамАЗ-65111. Использование КамАЗ-53198 принесет предприятию больше выгоды и позволит сэкономить значительное количество финансовых ресурсов.



Рис. 1. КамаЗ-53198



Рис. 2. КамаЗ-65111

УДК 62-235

РАЖЕВ А.Д., КУЛАГИН А.Л., КУЗМИЧЕВ В.А.

ОЦЕНКА УСЛОВИЯ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ С УЧЕТОМ МАКСИМАЛЬНОЙ СКОРОСТИ И УГЛА ПОДЪЁМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Предельный преодолеваемый автомобилем подъем оказывает существенное влияние на условия эксплуатации АТС. Преодолеваемый подъём зависит как от характеристик покрытия дороги, по которой осуществляется движение автомобиля, так и от характеристик

самого автомобиля. Подобранные передаточные числа трансмиссии позволяют оптимизировать характеристики автомобиля под заданные условия трассы.

Запишем уравнение динамики прямолинейного движения автомобиля[1]:

$$P_т = P_\alpha + P_f + P_j + P_\omega = P_\psi + P_j + P_\omega, \quad (1)$$

где $P_т$– тяговая сила;P_α – силы сопротивления подъему;P_f – силы сопротивления качению колес; P_j– силы инерции;P_ω – сила сопротивления воздуха;P_ψ – силы сопротивления дороги.

Найдем следующие величины по формулам: крутящий момент по осям (2), тяговая сила (3), максимальный угол подъема по тяге (4), наибольший угол преодолеваемого подъёма по сцеплению всех ведущих колёс (5).

$$M = T_{тр} \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр} \quad (2)$$

$$P_т = M/r_д \quad (3)$$

$$\alpha = \operatorname{arctg}[P_т/M - f_x] \quad (4)$$

$$\alpha_\varphi = \operatorname{arctg} \varphi_x \quad (5)$$

где $T_{тр}$ – крутящий момент двигателя (Нм); $i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; $r_д$ – динамический радиус колеса (м); f_x– усредненный коэффициент сопротивления качению с учетом дополнительных сил сопротивления движению; φ_x – коэффициент продольного сцепления шины с дорогой.

Получили данные, приведенные в табл. 1.

Таблица 1. **Результаты расчетов**

M	665 Н·м	α_φ	38°
$P_т$	2216 Н	V_{max}	40 км/ч
α	30.4°	V_{min}	3.5 км/ч

Условия возможности движения автомобиля:

$$fR_z \geq P_т \geq P_\psi + P_j, \quad (6)$$

где fR_z – сила сцепления ведущих колес с дорогой.

$$3200 \text{ Н} \geq 2216 \text{ Н} \geq 1651 \text{ Н} + Pj$$

Таким образом, спортивный автомобиль класса «MINI BAJA» с передаточными числами трансмиссии от 40.42 до 10.75 соответствует усредненному значению преодолеваемого подъема [1], удовлетворяет условию возможности движения и расчётной скорости движения. Имеет запас тяги в 500Н для начала движения с ускорением 1.4 м/с^2.

---

1. Теория автомобиля : Учебник / В.Н. Кравец ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - 2-е изд.,перераб. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2013. - 413 с. : ил.

УДК 62-235

РАЖЕВ А.Д., КУЛАГИН А.Л., КУЗМИЧЕВ В.А.

ОЦЕНКА ДЕФОРМАЦИИ КАРКАСА БЕЗОПАСНОСТИ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI BAJA» ПРИ ЛОБОВОМ УДАРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Одной из важнейших задач при конструировании спортивных автомобилей является задача обеспечения их высокой степени пассивной безопасности. Конструкция пространственной рамы и каркаса безопасности выполняет функцию сохранения жизни и минимального пространства вокруг пилота при аварийных ситуациях – столкновениях, опрокидываниях.

Рассмотрим каркас безопасности спортивного автомобиля класса «MINI BAJA» (рис.1). По регламенту, шлем водителя должен иметь зазор (между водителем и любыми точками на внешнем крае конструкции каркаса безопасности) 152 мм, а зазор между плечами, туловищем, бедрами, бедрами, коленями, руками, локтями и кистями водителя должен составлять 76 мм.

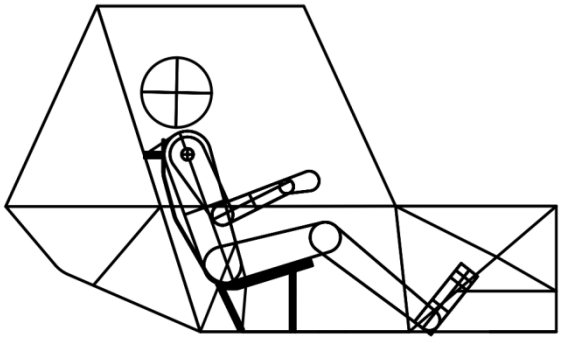


Рис. 1. Каркас безопасности спортивного автомобиля вместе с пилотом

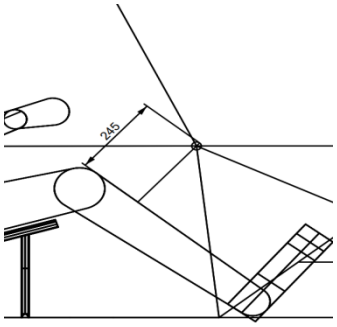


Рис. 2. Минимальное расстояние между пилотом и элементом каркаса безопасности

Произведем имитацию лобового удара на скорости 40 км/ч автомобиля класса «MINI BAJA» в программном пакете «Femap» и оценим перемещение труб, образующих каркас безопасности. Сила удара рассчитывается по формуле (1):

$$F = \Delta p/\Delta t, \quad (1)$$

где Δp – изменение импульса машины; Δt – время удара.

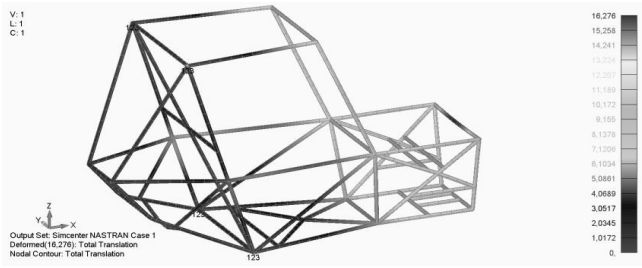


Рис. 3. Результат моделирования лобового удара

На рис. 2. видно, что минимальное расстояние между пилотом и каркасом безопасности составляет 245 мм. В результате моделирования лобового удара (рис. 3.) было получено значение перемещения поперечной трубы вблизи ног пилота, равное 6.5 мм. Безопасное пространство пилота обеспечивается при лобовом ударе на максимальной скорости. Следующим этапом анализа жесткости рамы является проведение испытания критической жесткости рамы под действием крутящей нагрузки и опрокидывания.

УДК 621.396.677.3

САПОГИН В.Г.[1], ИСАКОВ М.А.[2], КУЗИН А.А.[1]

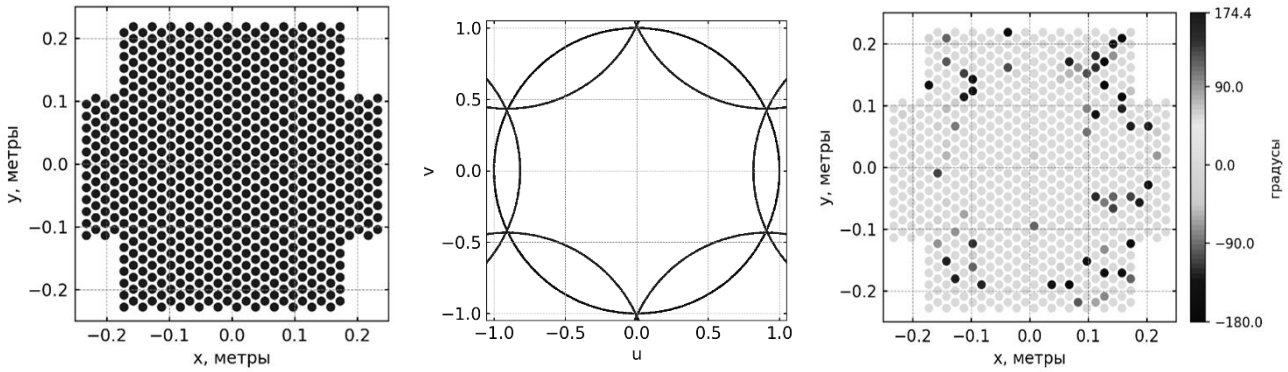
РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА АНТЕННОЙ РЕШЁТКИ ДЛЯ УДАРНОГО БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА И РЕЖИМОВ ЕЁ РАБОТЫ

[1] Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
[2] Московский физико-технический институт

Дешевизна и эффективность беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) позволяют предположить, что беспилотная авиация будет повторять развитие пилотируемой авиации: от бомбардировщиков к истребителям, то есть БПЛА, которые будут иметь бортовые радио-

локационные станции, решающие задачи обнаружения вражеских БПЛА, и наведения на них дешёвых ракет класса «воздух-воздух» малого радиуса действия. Одним из первых таких БПЛА, оснащённый активной фазированной антенной решёткой (ФАР) и ракетами «воздух-воздух» является Bayraktar Akinci, в 2021 году принятый на вооружение военно-воздушными силами Турции (в серийном производстве с 2022 года). Таким образом, разработка технического облика ФАР БРЛС БПЛА, и синтез диаграмм направленности (ДН), необходимых для обнаружения и уничтожения БПЛА, являются актуальными.

На рис. 1, *а* показан вариант геометрии апертуры ФАР. Размещение элементов квазигексагональное, шаги $\Delta x = 15$ мм, $\Delta y = 19$ мм. На рис. 1, *б* показан результат расчёта размеров области однолучевого сканирования для частоты $f = 11$ ГГц: если при отклонении луч ФАР выйдет за пределы вычисленного криволинейного шестиугольника, в ДН ФАР появится дифракционный лепесток, а коэффициент усиления в направлении главного луча продемонстрирует дифракционный провал.



а *б* *в*

Рис. 1. Вариант ФАР БПЛА: *а* – геометрия апертуры, *б* – область однолучевого сканирования, *в* – фазовое распределение, снижающее уровень боковых лепестков ДН до минус 19 дБ.

На рис. 1, *в* показано решение задачи фазового синтеза, реализующее режим работы с подавлением боковых лепестков во всей передней полусфере до уровня ниже минус *19* дБ. Решение получено с использованием основанного на случайном поиске *(random search)* алгоритма статистического фазового синтеза «Медведь» [1], отличающегося самоформированием геометрического места расфазированных антенных элементов и величин их расфазировки.

---

1. Исаков М.А., Семенов А.А., Кузнецов В.И. Метод алгоритмизации статистического фазового синтеза диаграмм направленности фазированных решёток // Программа Всероссийской научно-технической конференции «Расплетинские чтения – 2024», Москва, ПАО «НПО «Алмаз», 7 – 8 февраля 2024 г., С. 21.

УДК 629.735

САФОНОВ А.А., КУЛАГИН А.Л., ГУДОВ А.А., АБРАКОВ А.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗАДАЧ СКАНИРОВАНИЯ И СБРОСА ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Беспилотная авиационная система (далее БАС) «Сигма» представляет собой комплекс «самолёт – компьютер», к задачам которой относятся выполнение полёта в автономном ре-

жиме дальностью до 19 км на одном заряде аккумулятора, а также обеспечение точности сброса груза с высоты 30 м с разбросом до 6 м. Данная точность достигается при помощи выполнения сброса на кабрировании, а также применением дополнительного парашюта, позволяющего смягчить силу удара при падении. На летательный аппарат устанавливается система компьютерного зрения, предназначенная для поиска объектов с допустимым процентом искажения и передачей полученной информации с бортового процессора на компьютер, находящийся на земле.

Продольные и поперечные элементы силового набора конструкции фюзеляжа беспилотного летательного аппарата комплекса «Сигма» выполняются из фанеры, что позволяет снизить стоимость изготовления, а также, в сравнении с аналогами, такими как PLA или АБС пластик, обеспечивает лучшее соотношение масса/прочность. Обшивка самолёта, выполненная из углеволокна, позволяет достичь максимальной точности, заложенной в теоретическом контуре трёхмерной модели.

Конструкторской особенностью аппарата является обеспечение большого числового соотношения «масса полезной нагрузки/масса ЛА». Масса конструкции и БРЭО, необходимого для выполнения полёта в режиме FPV составляет 1,7 кг. Варианты загрузки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Сравнение дальности полёта при различных вариантах загрузки

Масса сбрасываемого груза, кг	Масса бортового оборудования для CV, кг	Дистанция полёта, км
0,8	0,2	15
1,3	0,2	10
0	0	19

Главным конкурентом БАС «Сигма» в РФ является «ГеосканLite», которая предназначена для выполнения задач сканирования местности и мониторинга. На данный момент аппарат, проектируемый командой «СКБ БПЛА НГТУ», имеет лучшие характеристики грузоподъёмности, а также меньшие габариты.

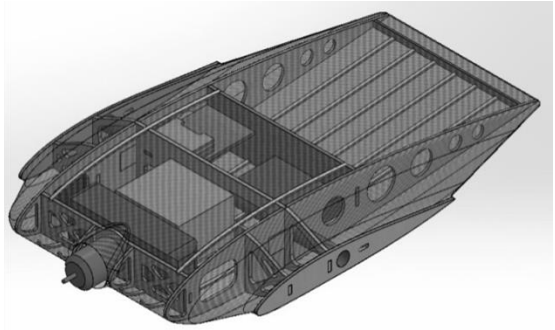


Рис. 1. Конструктивно-силовая схема фюзеляжа БПЛА «Сигма»

УДК 50.43.15

СЕЛЯТКИН Д. В., КАРАСЕВА Т. В.

РАЗРАБОТКА АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ТЕПЛИЦЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Арзамасский политехнический институт (филиал)

Автоматизированная теплица – это полностью автоматизированная конструкция, призванная облегчить процесс выращивания агрокультур и минимизировать использование руч-

ного труда. Этот сельскохозяйственный объект включает в себя микроконтроллеры, датчики и приложения «интернета вещей».

1) модульная рама (выполненная из нержавеющего профиля с болтовыми соединениями, что обеспечивает удобную разборку и сборку устройства, и изготовление по любой высоте);

2) лотки с грунтом (могут быть выполнены из любого материала и любой конфигурации, полка лотков выполнена из цельного листа дельта-древесины, что обеспечивает дополнительную жёсткость и исключает протекания воды);

3) трубки полива (выполняются наборами из сегментов полиэтиленовой трубки и пластиковых форсунок);

4) планка светильника (выполнена из листа дельта-древесины с размещёнными в нижней части светодиодными лентами; тип светодиодной ленты, количество и расположение светодиодов определяется пользователем; так же верхняя часть планки играет роль дополнительной полки для удобрений и для размещения пользователем дополнительной информации по рассаде, высота планки регулируется);

5) винтовые стойки с приводами вращения (закреплены на пластиковых ступицах, выполненных методом 3D-печати; такая конструкция обеспечивает устойчивое изменение положения по высоте и исключение люфтов в других направлениях; приводы осуществляются напрямую от шаговых двигателей, которые могут быть применены в любой конфигурации);

6) контроль влажности почвы (бак, насос, датчик влажности);

7) блок управления (Arduino Uno);

8) блок контроля температуры и влажности окружающей среды;

9) блок подогрева почвы (датчик температуры, нагревательный элемент);[1]

С экономической точки зрения преимуществом разрабатываемой установки является значительно меньшая себестоимость и возможность самостоятельной сборки из доступных материалов по прототипу. Не критичность к конструктивным материалам каркаса, полок, светотехнической арматуры, компоновки электроники определяют значительные возможности самостоятельной индивидуальной модернизации.

В отличие от заводских систем, стоимость которых начинается от 40 тыс. руб., себестоимость разработанной гидропонной системы в максимальной комплектации (с автоматическим и ручным управлением) не превышает 10-15 тыс. руб.

---

1. Джексон, Р.Г. Новейшие датчики / Р.Г. Джексон. – Москва: Техносфера, 2007. – 384 с.

УДК 66.021.4:53.082.63

БУДАРАГИН Р.В., ЦВЕТКОВА И.А., СЕРОВ А.Д.

ТЕПЛОМАССОПЕРЕНОС В СИСТЕМАХ КАЛОРИМЕТРИЧЕСКОГО ИЗМЕРЕНИЯ БОЛЬШОЙ ВЧ(СВЧ)-МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование систем калориметрического фиксирования и замера ВЧ(СВЧ)-сигналов с большим (от десятков ватт до нескольких сотен киловатт) уровнем мощности является в ряде случаев единственно возможным методом измерений. Точность метода определяется эффективностью преобразования электромагнитной энергии во внутреннюю энергию теплоносителя (воды), а также точностью измерения параметров теплоносителя (температуры, расхода). Поэтому важнейшим элементом таких систем является мощный ВЧ(СВЧ)-поглотитель (оконечная согласованная нагрузка), в конструкцию которого вносятся допол-

нительные технологические и конструктивные решения, обеспечивающие требуемый уровень теплоотдачи при хорошем согласовании нагрузки с ВЧ(СВЧ)-трактом.

На рис. 1 представлена тепловая схема системы охлаждения СВЧ-поглотителя, разработанная для контроля и автономного измерения мощности электромагнитного излучения до 15 кВт.

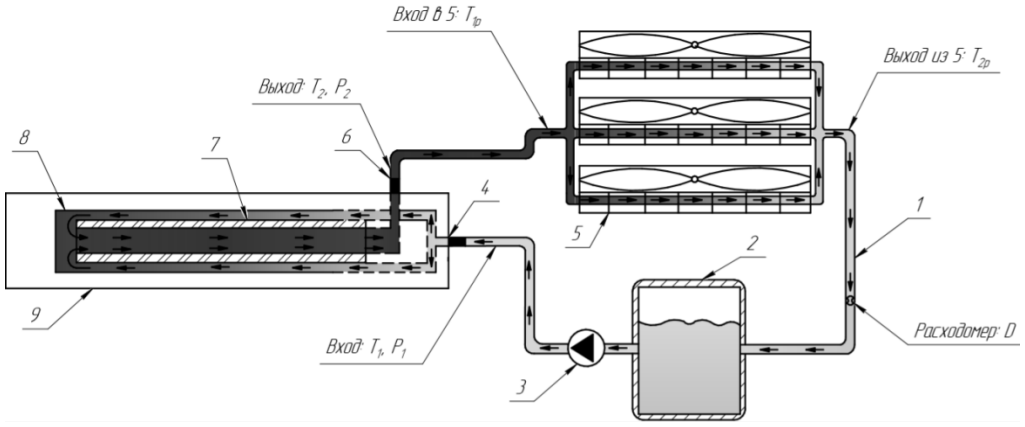


Рис. 1: 1 – трубопровод, 2 – бак, 3 – ЦБ насос, 4 – вход на нагрузку, 5 – радиатор с вентилятором, 6 – выход из нагрузки, 7 – резистивный элемент, 8 – кожух, 9 – металлический экран, T_1, P_1, T_2, P_2 – датчики температуры и датчики давления

В системе используется замкнутая схема циркуляции теплоносителя (воды) в сочетании с воздушным отводом тепла в решетках радиатора. Теплоноситель из герметичного бака с помощью циркуляционного насоса поступает на вход поглотителя, пройдя через который нагревается. Затем с помощью вентиляторов теплоноситель охлаждается до первоначальной температуры и поступает в бак. По расходу теплоносителя и разнице его температуры до и после нагревания можно определить электромагнитную мощность, рассеиваемую на нагрузке.

Конструктивно оконечная согласованная нагрузка представляет собой нагревательный элемент (СВЧ-резистор), выполненный из пористого керамического основания цилиндрической формы с объемным проводящим слоем пиролитического углерода, помещенный в диэлектрический кожух (позиция 8, рис. 1). Дополнительные элементы обеспечивают разделение входного (холодного) и выходного (нагретого) потока теплоносителя. Холодный теплоноситель поступает на вход нагрузки и движется по кольцевому зазору между кожухом и внешней поверхностью нагревательного керамического элемента. Далее теплоноситель перетекает внутрь резистора, где происходит его дальнейшее нагревание за счет тепла, выделяемого с внутренней поверхности нагревательного элемента. За счет свойств капиллярности происходит проникновение теплоносителя внутрь пористого керамического основания резистора, при этом значительно увеличивается объем «активной» массы и улучшаются условия теплоотдачи, что приводит к увеличению мощности рассеивания резистора при сохранении его массогабаритных параметров, а также к уменьшению градиента температуры между внешней и внутренней поверхностью резистора.

Эффективность преобразования электромагнитной энергии СВЧ-тракта во внутреннюю энергию теплоносителя зависит от нескольких факторов. Во-первых, как уже было сказано ранее, необходим хороший уровень согласования (КСВН<1,15) поглотителя с СВЧ-трактом. Это достигается за счет помещения поглотителя в проводящий экран специальной формы. Геометрические размеры экрана, кожуха, керамического основания резистора рассчитываются с использованием электродинамической модели, с учетом диэлектрических свойств теплоносителя [1].

Вторым фактором, оказывающим существенное влияние на эффективность преобразования электромагнитной энергии в тепловую, является турбулентность течения теплоносителя внутри кольцевого зазора и внутри резистора. Перенос теплоты внутри теплоносителя осуществляется путем перемешивания. Процесс конвективного теплообмена описывается

системой дифференциальных уравнений: уравнение теплопроводности, уравнение Навье-Стокса, уравнение сплошности [2]:

$$\frac{\mathrm{D}t}{\mathrm{d}\tau} = a \cdot \nabla^2 t,$$
$$\rho \frac{d\vec{\omega}}{d\tau} = \rho \cdot \vec{q} - \mathrm{grad}\, P + \mu \cdot \nabla^2 \vec{\omega},$$
$$\frac{\partial \rho}{\partial \tau} + \frac{\partial(\rho\omega_x)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho\omega_y)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho\omega_z)}{\partial z} = 0,$$

где a – коэффициент температуропроводности, ρ – плотность вещества, q – плотность теплового потока, μ – динамическая вязкость, P – давление жидкости, ω – скорость движения жидкости.

Чтобы ограничить задачу и дать полное математическое описание, были использованы краевые условия в совокупности с CFD моделированием. Это позволило визуализировать градиент температуры теплоносителя в рассматриваемой модели в виде цветового поля и добиться такой интенсивности процесса перемешивания, чтобы температура в поперечном сечении потока оставалась постоянной.

Электродинамический расчет в сочетании с тепловым и гидродинамическим расчетом позволили определить оптимальные геометрические параметры СВЧ-поглотителя, при которых преобразование электрической энергии в тепловую будет наиболее эффективным.

На основании полученных данных спроектирована и изготовлена автономная система калориметрического измерения мощности СВЧ-тракта до 15 кВт, модель и внешний вид которой представлены на рис. 2.

Габаритные размеры 600х600х800 мм, масса 75 кг, КСВН СВЧ-поглотителя составляет менее 1,15 от постоянного тока до 1200 МГц. В качестве теплоносителя используется дистиллированная вода. Контроль и измерение параметров осуществляется с помощью датчиков расхода и давления, датчиков температуры охлаждающей воды на входе и выходе СВЧ-поглотителя. Датчики температуры, определяющие температурный перепад, расположены в ядре турбулентного потока.

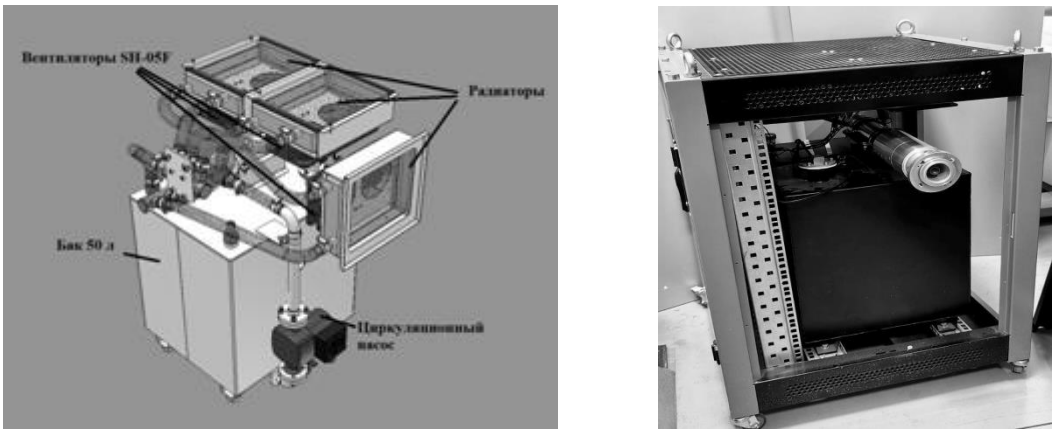


Рис. 2.

Испытание разработанного изделия проводились на переменном токе промышленной частоты 50 Гц. На рис. 3 представлен график отношения $\frac{P_{\text{теп}}}{P_{\text{эл}}}$ мощности, измеренной на нагрузке с помощью вольтметра и амперметра, к мощности, определяемой по датчикам перепада температуры и масса расхода, в зависимости от величины подводимой мощности $\frac{P_{\text{эл}}}{P_{\max}}$. Как следует из графика зависимости (рис. 3) данное отношение достаточно близко к 100%, особенно на больших уровнях мощности, что указывает на эффективность работы контура охлаждения.

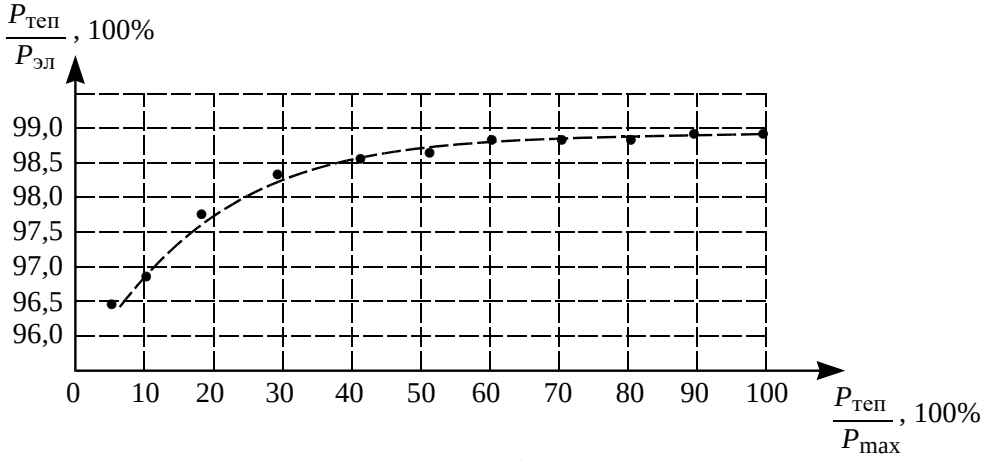


Рис. 3.

Библиографический список

1. Бударагин, Р.В. О методике расчета задачи дифракция на диэлектрической неоднородности в экранированном волноводе методом частичных областей // Антенны. 2016. № 2 (217). С. 213-220.
2. Михеев М. А., Михеева И. М. Основы теплопередачи. Москва: Энергия, 1977. 344 с.
3. Жукаускас А., Шланчяускас А. Теплоотдача в турбулентном потоке жидкости Вильнюс: Минтис, 1973. 327 с.

УДК 656.05

УРАЗБАЕВ Р.М., ГОНЧАРОВА Д.А., ГОНЧАРОВ К.О.

АНАЛИЗ ИНТЕНСИВНОСТИ ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО ПОТОКА ПЕРЕКРЕСТКА УЛ. СТРЕЛКОВАЯ – УЛ. БАРЕНЦА Г. НИЖНЕГО НОВГОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
МБОУ Школа № 27 г. Нижнего Новгорода

В настоящее время город Нижний Новгород характеризуется плотной и развитой улично-дорожной сетью. На ряде участков наблюдается повышенная загрузка дорог, что непосредственно влияет на среднетехническую скорость автомобилей, время связности микрорайонов (длительность движения из точки А в точку В), увеличение количества заторов.

В работе был определен объект исследования – перекресток улицы Стрелковая и улицы Баренца (переходи в ул. Машинную) (рис. 1). Дороги на подходах к перекрестку относятся к автомобильным дорогам местного значения II либо III категории. Максимальный уровень загрузки дороги движением составляет Z=0,7, а расчетная интенсивность движения от 2000 до 6000 автомобилей в сутки. Перекресток является Х-образным, регулирование происходит посредством светофорного объекта. Выделенная фаза для пешеходов отсутствует.

Целью исследования стала оптимизация методов организации дорожного движения на автомобильной дороге или отдельных ее участках для повышения пропускной способности и безопасности движения транспортных средств и пешеходов.

В марте 2024 года был проведен подсчет интенсивности дорожного движения путем видеофиксации (рис. 2) движущегося транспорта на всех четырех подходах перекрестка, а также фиксация цикла и фаз светофорного объекта. Замеры производились в будние дни (вторник) – в утренний час-пик с 8.00 до 9.00 и в вечерний час-пик с 18.00 до 19.00. В ходе работы также были зафиксированы все дорожные знаки и разметка в целях дальнейшего

анализа на предмет соответствия требованиям и нормам ГОСТ 52289-2019 Технические средства организации дорожного движения.



Рис. 1. Карта перекрестка



Рис. 2. Фотофиксация перекрестка

Результаты подсчета интенсивности дорожного движения и расчеты приведенной интенсивности дорожного движения приведены в таблице по ссылке: https://cloud.mail.ru/public/bgNg/kc86VA4Ds .

В результате анализа перекрестка был определен один из наиболее эффективных и рациональных с экономической точки зрения способов оптимизации дорожного движения - оптимизация светофорного регулирования: увеличение длительности разрешающего сигнала светофора, проектирование адаптивной сети для управления городскими светофорами.

Вопросы оптимизации светосигнальной установки будут рассмотрены в дальнейшем развитии исследовательской работы с помощью имитационного моделирования.

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов XXIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции, посвященной 110-летию со дня рождения конструктора, испытателя, полярника, исследователя Арктики и Антарктиды А.Ф. Николаева

Редактор О.В. Пугина
Компьютерный набор: Е.Ю. Крюкова, М.В. Трушкина

Подписано в печать 20.05.2024. Формат 60 х 84 $^{1}/_{8}$. Бумага газетная.
Печать трафаретная. Усл. печ. л. 114,5. Тираж 50 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ им. Р.Е. Алексеева.
Адрес полиграфического предприятия:
Нижний Новгород, 603155, ул. Минина, 24.