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
XXIV Всероссийской молодежной
научно-технической конференции,
посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной
войне и 80-летию атомной промышленности России

Нижний Новгород, 29-30 мая 2025 г.

Нижний Новгород 2025

УДК 62
ББК 30
Б 903

Будущее технической науки: сборник материалов XXIV Всероссийской молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2025. – 761 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 978-5-502-01903-3

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

1. Радиоэлектроника и информационные технологии 4
1.1. Радиоэлектронные системы и устройства. 4
1.2. Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры. 14
1.3. Телекоммуникации. 37
1.4. Информационные технологии. 55
1.5. Техническая кибернетика 82
2. Электроэнергетика. 112
2.1. Автоматизация систем электрооборудования. 112
2.2. Эффективность систем электроэнергетики. 127
2.3. Преобразователи параметров электрической энергии. 144
3. Машиностроение. 156
3.1. Промышленные технологии в машиностроении 156
3.2. Автоматизация машиностроения 185
4. Наземные транспортные средства и транспортно-технологические комплексы. 218
4.1. Конструирование наземных транспортных средств. 218
4.2. Эксплуатация наземных транспортных средств. 222
4.3. Автотракторные двигатели внутреннего сгорания. 433
4.4. Строительные и дорожные машины. 440
4.5. Системы трубопроводного транспорта 447
5. Морская, авиационная техника и кораблестроение. 453
5.1. Кораблестроение и авиационная техника. 453
5.2. Энергетические установки. 481
5.3. Прочность, надежность и ресурс конструкции. 497
6. Материаловедение, металлургия и заготовительные производства машиностроения. 504
6.1. Материаловедение. 504
6.2. Металлургия и заготовительные производства машиностроения 528
7. Физика ядерных и волновых процессов, технологии установок 546
7.1. Ядерная энергетика. 546
7.2. Физика волновых процессов. 603
8. Медицинская инженерия и биотехнология. 604
8.1. Медицинская инженерия 604
8.2. Промышленная биотехнология и биоинженерия. 612
9. Химия, химические технологии и нанотехнологии 620
10. Приборостроение и автоматизация технологических процессов. 661
11. Экономика, менеджмент и инновации. 680
12. Управление коммуникациями в реальном секторе экономики 697
13. Научное общество учащихся 707
14. Философско-методологические проблемы технознания. 717
15. Студенческие инженерные проекты 742

СЕКЦИЯ 1

РАДИОЭЛЕКТРОНИКА И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Подсекция 1.1

Радиоэлектронные системы и устройства

УДК 621.373

БЕЗУМНОВА Я.А., ДАНИЛОВ И.Н.

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА, УПРАВЛЯЕМОГО НАПРЯЖЕНИЕМ, ДЛЯ ПРИЕМО-ПЕРЕДАЮЩЕГО МОДУЛЯ РАДАРА С СИНТЕЗИРОВАННОЙ АПЕРТУРОЙ, РАБОТАЮЩЕГО В С-ДИАПАЗОНЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в условиях санкционной политики импортозамещение микроэлектронной продукции становится все более актуальным. Решения о построении некоторых перспективных устройств систем связи и радиолокации, основанные на применении электронной компонентной базы (ЭКБ) импортного производства, оказываются ненадежными и зависимыми от поставок из-за рубежа. При этом решение вопроса сохранения основных характеристик разрабатываемой радиоэлектронной аппаратуры при сохранении массогабаритных показателей является первостепенной задачей при импортозамещении. В связи с этим, предлагаются к рассмотрению результаты разработки одного из функциональных узлов приемопередающего устройства радара с синтезированной апертурой (РСА) – монолитной интегральной схемы генератора (топологического рисунка), управляемого напряжением (VCO), для микросхемы синтезатора частот с фазовой автоподстройкой частоты 1288ПЛ1У [2], входящей в состав приемопередающей устройства РСА. Разработка генератора включала в себя три основных этапа. Проектирование генератора осуществлялось в среде MicrowaveOfficeAWR.

На начальном этапе разработки была проанализирована статья [1], которая была взята за основу проектирования VCO. Реализуемый VCO так же, как и генератор в рассматриваемой статье, построен на основе генератора Колпица. На этом же этапе была составлена принципиальная схема генератора. Особенностью схемы является то, что емкость Собщ, входящая в состав колебательного контура генератора, представляет собой общую емкость последовательно соединенных конденсатора и варикапа. Электрическая перестройка генерируемой частоты осуществляется за счет изменения емкости варикапа. Также была произведена оптимизация схемы, которая привела к нахождению колебаний в необходимом С-диапазоне. Вторым этапом являлась замена емкостей, индуктивностей и сопротивлений на элементы интегральной схемы. В этом случае на схеме появились тонкопленочные конденсаторы для монолитной интегральной схемы (МИС), катушки индуктивностей МИС в виде меандров, связанные МПЛ линии. Третьим и завершающим этапом проектирования являлось моделирование топологии VCO.

Размеры полученной топологии составляют 1,672x1,55 мм. Результаты проектирования VCO – ансамбль выходных колебаний генератора при разных значениях напряжений, подаваемых на варикап.

Библиографический список

1. Романюк, В.А. Проектирование СВЧ-генератора, управляемого напряжением // Современная электроника. 2010. №2. С. 46 -51.
2. Радиационно стойкая микросхема ФАПЧ 1288ПЛ1У [Электронный ресурс] // акционерное общество Научно-производственный центр «электронные вычислительно-информационные системы» (АО НПЦ «ЭЛВИС») URL :https://elvees.ru/mc/data_sheets/Manual_1288PL1U.pdf (дата обращения: 09.05.2024)

УДК 621.385

ДЕМАШОВ А.С., ПЛАКСИН Е.А., ПАНКОВА Н.Г.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗВУКОСНИМАТЕЛЕЙ ДЛЯ ЭЛЕКТРОГИТАР: ИННОВАЦИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Звукосниматели для электрогитар являются ключевым компонентом, определяющим качество и характер звука инструмента. Современные инновации в этой области позволяют музыкантам достигать новых уровней выразительности и точности звучания. Новые технологии, такие как активные звукосниматели и модели с цифровой обработкой сигнала, открывают широкие возможности для экспериментов с тоном и динамикой [1].

Одним из значительных достижений стало внедрение активных звукоснимателей, которые используют встроенные предусилители для усиления слабых сигналов. Это позволяет значительно повысить выходной сигнал и улучшить соотношение сигнал/шум. Например, активные звукосниматели, такие как EMG 81/85, обеспечивают уровень выходного сигнала до 25 дБ выше, чем пассивные аналоги, что особенно важно для музыкантов, играющих в стилях с высоким уровнем дисторшна [2].

Цифровые звукосниматели представляют собой еще одно направление инноваций. Они позволяют не только преобразовывать механические колебания струн в электрические сигналы, но и обрабатывать их в реальном времени. Например, звукосниматели FishmanFluence используют цифровую технологию для моделирования различных типов магнитных катушек, что позволяет гитаристам менять тон без необходимости физической замены оборудования. Это дает возможность быстро переключаться между звучанием классических сингл-катушек и хамбакеров [3].

Также важным аспектом является использование новых материалов в конструкции звукоснимателей. Например, некоторые производители экспериментируют с керамическими магнитами, которые обеспечивают более высокую индукцию и, следовательно, более мощный и насыщенный звук. В некоторых моделях, таких как Seymour Duncan Blackouts, используются неодимовые магниты, которые обеспечивают уровень индукции до 1,4 Тесла, что значительно выше, чем у традиционных алюминиево-никель-кобальтовых магнитов [4].

В заключение, инновационные звукосниматели для электрогитар открывают новые горизонты для музыкантов, стремящихся к уникальному и высококачественному звучанию. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области обещают еще больше возможностей для творчества и выразительности в музыке [5].

Библиографический список

1. **Bacon T.** The Electric Guitar: A History of an American Icon / T. Bacon, P. Day. — Milwaukee: Backbeat Books, 2020. — 320 p.

2. **Hunter D.** The Guitar Amp Handbook / D. Hunter. — Milwaukee: Backbeat Books, 2011. — 256 p.
3. **Evans T.** Guitar Tone: Pursuing the Ultimate Guitar Sound / T. Evans. — New York: Hal Leonard Corporation, 2018. — 192 p.
4. **Duchossoir A.** The Fender Telecaster: The Detailed Story of America's Senior Solid Body Electric Guitar / A. Duchossoir. — New York: Hal Leonard Corporation, 1981. — 144 p.
5. **Wheeler T.** The Stratocaster Chronicles: Celebrating 50 Years of the Fender Strat / T. Wheeler. — New York: Hal Leonard Corporation, 2012. — 224 p.

УДК 621.375.3

ДЕМАШОВ А.С., ПЛАКСИН Е.А., ПАНКОВА Н.Г.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЗВУКОСНИМАЮЩИХ ГОЛОВОК ДЛЯ МАГНИТНЫХ ЛЕНТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Изготовление звукоснимающих головок для магнитных лент является важным аспектом в области аудиотехники, особенно для сохранения и воспроизведения аналогового звука. Звукоснимающие головки играют ключевую роль в преобразовании магнитных сигналов, записанных на ленте, в электрические сигналы, которые могут быть усилены и воспроизведены [1]. Например, в профессиональных студиях звукозаписи используются магнитные ленты с шириной до 2 дюймов, что позволяет записывать до 24 аудиодорожек одновременно.

Основным материалом для изготовления звукоснимающих головок является феррит или пермаллой, обладающие высокой магнитной проницаемостью. Эти материалы позволяют эффективно преобразовывать магнитные поля в электрические сигналы. Процесс изготовления включает в себя прецизионную механическую обработку и нанесение тонких слоев магнитных материалов, что обеспечивает высокую чувствительность и точность воспроизведения звука [2]. Например, толщина магнитного слоя может составлять всего 10-20 микрометров, что позволяет достичь высокой плотности записи.

Одним из ключевых этапов производства является намотка катушек, которые создают магнитное поле для считывания информации с ленты. Для этого используются медные провода диаметром от 20 до 40 микрометров, что позволяет достичь высокой плотности намотки и, следовательно, высокой чувствительности головки [3]. В некоторых современных головках используется до 1000 витков провода, что обеспечивает высокую индуктивность и чувствительность.

Также важным аспектом является калибровка и тестирование головок. Это включает в себя проверку частотной характеристики, уровня шумов и искажений. Например, для профессиональных аудиосистем допустимый уровень искажений не должен превышать 0,1%, что обеспечивает высокое качество звука [4]. В некоторых случаях используются специальные тестовые ленты с заранее известными сигналами для точной настройки головок.

В заключение, изготовление звукоснимающих головок для магнитных лент требует использования специализированных материалов и технологий. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области направлены на улучшение характеристик головок и обеспечение высокого качества воспроизведения аналогового звука [4].

Библиографический список

1. **Camras M.** Magnetic Recording Handbook / M. Camras. — New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.
2. **Mee C. D.** Magnetic Recording Technology / C. D. Mee, E. D. Daniel. — New York: McGraw-Hill, 1996.

3. **Benson K. Blair.** Magnetic Storage Systems Beyond 2000 / K. Blair Benson. — Berlin: Springer, 2008.
4. **Mulder M. T.** Basic Principles of Magnetic Recording / M. T. Mulder. — Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999.
5. **Jorgensen P. W.** The Complete Handbook of Magnetic Recording / P. W. Jorgensen. — Blue Ridge Summit: Tab Books, 1968.

УДК 621.396.96

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

ОБ ОЦЕНКЕ ВЛИЯНИЯ ГЕОМЕТРИЧЕСКОЙ КОНФИГУРАЦИИ СПУТНИКОВОГО СОЗВЕЗДИЯ НА ТОЧНОСТЬ МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ПОДВИЖНЫХ ОБЪЕКТОВ В СИСТЕМАХ ГЛОНАСС/GPS

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

Исследуется влияние геометрической конфигурации спутникового созвездия на точность определения координат наземных подвижных объектов в системах глобальной навигации ГЛОНАСС/GPS. Основным параметром оценки качества позиционирования является PDOP (Position Dilution of Precision), который характеризует степень размытости оценки точности измерений, вызванную расположением спутников относительно приемника [1]. В работе рассмотрена методика расчета PDOP на основе декартовых координат спутников и приемника, включая этапы определения координат, вычисления векторов направления, нормализации и формирования матрицы геометрической конфигурации [2]. Значение PDOP может быть высоким, если спутники находятся близко друг к другу или расположены преимущественно в одной части небосвода. Такая ситуация приводит к ухудшению геометрической конфигурации спутниковой группировки относительно приемника. При высоких значениях параметра PDOP увеличивается влияние различных ошибок таких, как атмосферные искажения, неточности часов спутников и приемника, а также шумы измерений, что в свою очередь снижает общую точность определения координат наземных подвижных объектов. В идеальных условиях, когда спутники равномерно распределены по небосводу, значение параметра PDOP минимально, что обеспечивает наивысшую точность позиционирования. Таким образом, для повышения точности навигации важно учитывать не только количество видимых спутников, но и их пространственное распределение относительно приемника.

Экспериментальная часть работы проведена с использованием приемной аппаратуры u-blox M8 в трех различных условиях: статичное положение антенны в открытой местности, статичное положение антенны в условиях многолучевости, а также в случае движения несущего антенну наземного объекта. Полученные результаты демонстрируют зависимость ошибки местоопределения от значений параметра PDOP и условий наблюдения. В частности, при значениях параметра PDOP, не превышающих 1.5, погрешность определения координат оценивается величиной порядка 7 м. При таких значениях PDOP в случае неблагоприятной конфигурации спутниковой группировки погрешность возрастает до 30 м.

Полученные результаты исследований целесообразно учитывать при совершенствовании алгоритмов функционирования спутниковых навигационных систем, а также и повышения их эффективности путем минимизации значений PDOP за счет выбора наиболее благоприятных конфигураций спутникового созвездия.

Библиографический список

1. Дмитриев, Д.Д. Методы взаимной высокоточной навигации, основанные на использовании относительных режимов работы угломерных приемников сигналов глобальных

навигационных спутниковых систем / Д.Д.Дмитриев, В.Н.Тяпкин, Ю.Л.Фатеев, А.Б. Гладышев, Н.С. Кремез // Космическое приборостроение. –2022, Т.6, №2. – С. 123-132.
2. Барабанова, Л.П. Оптимизация геометрии разностно-дальномерного метода в навигации и обнаружении // Вестник Томского государственного университета. –2020, №52. – С. 43-51

УДК 621.396.96

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПРОСВЕТНОЙ РАДИОЛОКАЦИИ В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АСИММЕТРИЧНЫХ ЧЁРНЫХ ТЕЛ

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

Построение систем предупреждения о потенциально опасных траекториях движения объектов в атмосфере Земли ив ближнем космосе является одной из задач безопасной космонавтики. Её значимость определяется стремительно увеличивающимся количеством функционирующих беспилотных летательных аппаратов, а также «космического мусора» на околоземной орбите. В данном контексте особенностью задач обеспечения безопасного функционирования космической техники является сложность детектирования малоразмерных объектов. В то время как масштабные космические тела или воздушные средства могут быть уверенно детектированы стандартными средствами радиолокации, обнаружение малоразмерных объектов чрезвычайно сложно [1]. В научных публикациях эта проблема обычно рассматривается с позиций использования оптической техники или моностатических радиолокационных средств, специально разработанных для этих целей. Вместе с тем, в рассматриваемом контексте оба эти метода не отличаются достаточной эффективностью [2]. В докладе обсуждается альтернативный подход, основанной на просветном эффекте бистатической радиолокации [3]. При этом в качестве источников сигнала предлагается использовать либо естественные радиоисточники, либо существующие передатчики, работающих в различных диапазонах. Теоретическая база такого метода детектирования малоразмерных объектов просветными радиолокационными системами различных конфигураций описана в работах [2]. Результаты ряда натурных экспериментов, использовавших в качестве источников сигнала как Солнце, так и космические аппараты радионавигационных систем, продемонстрировали перспективность разработки систем, основанных на просветном эффекте [4]. В целях подготовки к реализации опытной просветной системы детектирования был изготовлен ряд тестовых мишеней и создана установка, позволившая уточнить свойства просветного эффекта при облучении объектов различной формы и размеров сигналами на разных частотах. Результаты, полученные в данных экспериментах, подтвердили эффективность просветного эффекта, и позволили изучить особенности распространения сигнала при облучении несимметричных целей.

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. Возможности бистатических РЛС в решении задачи обнаружения потенциальноопасных небесных тел / Дугин Н.А., Нечаева М.Б., Безруков В.В. // Изв. вузов. Радиофизика. – 2021. – Т. 64, № 12. – С. 994–1003.

3. Кирюшкин, В. В. Бистатическая локация воздушных целей сигналами спутниковых радионавигационных систем / В.В. Кирюшкин, Д.А. Черепанов // Вестник ВГТУ. – 2010. –№11. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/bistaticheskaya-lokatsiya-vozdushnyh-tseley-signalami-sputnikovyh-radionavigatsionnyh-sistem (дата обращения: 30.10.2023).
4. Дугин, Н.А. Математическое моделирование эффекта просветной радиолокации при использовании широкополосных зондирующих сигналов / Н.А. Дугин, Е.А Панков // Тр. 4-го межд. научно-промышл. форума, 23–26 апреля 2024 года. – Н. Новгород: 2024. – С. 68.

УДК 519.218.82

КАЗАКОВ В.А.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ИНТЕРПОЛЯЦИИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ РЕЛЬЕФА РАДИОЛОКАЦИОННЫМ МЕТОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Радиолокационные системы, применяемые для оценки рельефа местности, имеют особое значение в аэронавигационных задачах, особенно при обеспечении безопасной посадки беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Ключевой задачей обработки радиолокационных данных в этом контексте является построение точной цифровой модели рельефа на основе дискретных измерений. Для восстановления значений высот в промежуточных точках используются различные методы интерполяции. В данной работе проводится анализ трех методов – метода обратных расстояний, модифицированного метода Шепарда и биквадратической интерполяции – с оценкой их эффективности при обработке данных посадочных радаров БПЛА, а также их преимуществ и ограничений.

Метод обратных расстояний (IDW) [1] присваивает точкам веса, обратно пропорциональные расстоянию до интерполируемой точки. Простота реализации делает его популярным для равномерно распределенных радиолокационных данных. Однако метод чувствителен к шумам и помехам, характерным для радиолокации, что может приводить к появлению артефактов ("пиков" и "провалов") и снижению точности моделирования рельефа.

Модифицированный метод Шепарда [1] – усовершенствованная версия IDW, учитывающая не только расстояния, но и локальные особенности данных. Он эффективнее работает со сложным рельефом (резкие перепады, изломы) и лучше подавляет шумы, характерные для радиолокационных измерений. Однако необходимость точной настройки параметров ограничивает его применение в системах реального времени.

Биквадратическая интерполяция [2] использует квадратичные полиномы для построения гладких поверхностей, что обеспечивает высокое качество сглаживания радиолокационных данных. Метод особенно эффективен при высокой плотности измерений и плавном рельефе. Однако его точность снижается на участках с резкими перепадами высот (обрывы, скалы), а также при недостаточной плотности исходных данных.

В контексте радиолокационных систем, таких как посадочные радары, выбор метода интерполяции должен учитывать как характеристики зондирующего сигнала (например, ЛЧМ), так и требования к скорости и точности обработки. Математическое моделирование средствами MATLAB показало, что модифицированный метод Шепарда может быть предпочтительным благодаря своей адаптивности. В то же время, для задач, где важна высокая скорость обработки, метод обратных расстояний может оказаться более практичным. Биквадратическая интерполяция лучше подойдет для стационарных систем, где точность моделирования рельефа важнее скорости.

Таким образом, выбор оптимального метода интерполяции зависит от конкретных условий применения радиолокационной системы, характера рельефа и доступных вычислительных ресурсов. Комплексный подход, сочетающий преимущества нескольких методов, может стать перспективным направлением для дальнейших исследований в этой области.

Библиографический список

1. Важенин, В.Г. Полунатурное моделирование бортовых радиолокационных систем, работающих по земной поверхности / В.Г. Важенин, Н.А. Дядьков, А.С. Боков, А.К. Сорокин, Ю.В. Марков, Л.Л. Лесная – ИПЦ УрФУ 620049, Екатеринбург 2015. — 207 с
2. H. Hagen, D. Roller. Geometric Modeling methods and Applications — ISBN 3-540-53644-2 Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1991. — 267.

УДК 621.376.6

СЕРАЖЕТДНОВ Д.Р., БЕЛИНСКИЙ А.В., ПЛУЖНИКОВ А.Д.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ КОРРЕЛЯЦИОННО-ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для осуществления автономной навигации летательных аппаратов (ЛА) широко применяются инерциальные навигационные системы (ИНС) и спутниковые навигационные системы, в том числе датчики высот для корректировки ИНС. Известной альтернативой является применение корреляционно-экстремальных навигационных систем (КЭНС), обеспечивающих сочетание высокой точности с повышенной устойчивостью по отношению к средствам радиоэлектронной борьбы [1]. В основе принципа их работы лежит вычисление некоторых критериальных функций (например, корреляционной функции) при использовании разнообразных критериев в качестве меры совпадения полученной информации об измеренном геофизическом поле с данными об эталонном поле, загружаемыми в качестве полетного задания [1]. Качество местоопределения (навигации) зависит от условий движения ЛА, алгоритма функционирования КЭНС [1], параметров датчика, фиксирующего изменение геофизического поля, а также от информативности поля. Информативность поля характеризуется его статистическими характеристиками. Часто в качестве геофизического поля используется рельеф местности, т.е. реализуется навигация по картам рельефа. Тогда упомянутыми статистическими характеристиками являются, например, значение математического ожидания высот участка местности, значение среднеквадратического отклонения (СКО) высот на этом участке, радиус корреляции высот [2]. Кроме того, на качественные показатели навигации влияет [2] объектовый состав местности (холмы, впадины, границы разделов участков местности с различными типами покрова), элементы которого могут служить ориентирами.

В процессе проектирования КЭНС и выбора алгоритмов функционирования требуется оценить потенциальные возможности (потенциально достигаемые качественные показатели навигации) для различных условий. Эффективным средством решения такой задачи является математическое моделирование. При этом оказывается необходимой разработка моделей для карт геофизического поля. В случае навигации по картам рельефа это модели подстилающей поверхности (рельефа местности). Моделирование участков для реальных местностей в связи с их разнообразием привело бы к чрезмерно большому объему создаваемых моделей и неоправданному увеличению трудоемкости последующего моделирования самих КЭНС. Поэтому целесообразно моделировать нереальные участки с заданными статистическими характеристиками геофизического поля (в частности, рельефа), влияющими на качественные показатели навигации, предусматривая возможность изменения этих характеристик (инфор-

мативности поля). В данной работе представлены результаты разработки программных средств для моделирования рельефа местности как двумерного массива случайных значений высот с заданными исходными данными относительно объектового состава и с заданными статистическими характеристиками: математическим ожиданием высот, среднеквадратическим отклонением высот, радиусом корреляции высот.

Библиографический список

1. Белоглазов, И.Н., Джанджгава Г.И., Чигин Г.П. Основы навигации по геофизическим полям, М.: Наука, Главная редакция физико-математической литературы, 1985. — 328 с.
2. Девдариани, А.С. Рельеф Земли и математика, М.; «Мысль», 1967. — 118 с.

УДК 621.396

ТАМОЙКИН П.А., ТУПИКОВ П.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИНТЕГРАЦИИ УСИЛИТЕЛЬНОГО БЛОКА В ЛИНИЮ ОПОРНОГО ГЕНЕРАТОРА ПРИЕМОПЕРЕДАЮЩИХ МОДУЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНОГО РАДАРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные автомобильные радарные системы, работающие в диапазоне 77 ГГц, предъявляют высокие требования к стабильности и точности обработки сигналов. Особую актуальность приобретает разработка усилителей СВЧ диапазона для гетеродинных цепей, работающих на частоте 38.25 ГГц. Такие усилители необходимы для компенсации потерь в микрополосковых линиях при распределении опорного сигнала между несколькими микросхемами приемопередатчиков CAL77A2T4R, а также для обеспечения точности измерений дальности и скорости при использовании ступенчатой линейно-частотной модуляции (ЛЧМ) [1].

В ходе исследования была проанализирована возможность интеграции готовых усилительных модулей в архитектуру радарной системы, состоящей из одной ведущей и двух ведомых микросхем. Внимание уделялось выбору усилителя, способного обеспечить стабильное усиление 15 дБ при выходной мощности не менее 12 дБм в рабочем диапазоне 38-38.5 ГГц. Наилучшие результаты показал модуль HMC7229LS6 производства AnalogDevices, обладающий малым уровнем фазовых шумов и высокой линейностью характеристик, что особенно важно для сохранения целостности ЛЧМ-сигналов.

Ключевым аспектом исследования является анализ в ANSYS HFSS и Keysight ADS влияния усилителя на характеристики распределенного гетеродинного сигнала. Особый интерес представляет изучение фазовой стабильности усилительного каскада при работе с различными типами модулированных сигналов.

Практическая реализация решения предусматривает компактное размещение усилительных модулей в разрывах микрополосковых линий с минимальной длиной переходов. Важным преимуществом использования готовых усилительных модулей является значительное сокращение времени разработки по сравнению с созданием усилителя на дискретных компонентах.

Полученные результаты позволяют рекомендовать данное решение для серийного применения в автомобильных радарных системах. В перспективе планируется адаптация разработки для использования в MIMO-радарах следующего поколения.

Дальнейшие исследования будут направлены на экспериментальную проверку предлагаемых решений и их адаптацию для перспективных радарных систем. Особое внимание планируется уделить вопросам обеспечения электромагнитной совместимости и устойчивости работы усилителя в реальных дорожных условиях.

1. 77GHz Radar Transceiver Device Datasheet. CAL77A2T4R. Calterah Semiconductor Technology (Shanghai) Co.,Ltd. 2019. 49 p.

УДК 621.396

ХИЛОВ П.В., ПАЛАШОВ С.А., ПРИБЛУДОВА Е.Н.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ СОХРАНЕНИЯ ПОСТОЯННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ В ЦЕПЯХ СВЧ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В радиоэлектронной аппаратуре широко используются постоянные сигналы и низкочастотные составляющие СВЧ сигналов. Но эти составляющие в цепях СВЧ подвержены несчётному множеству вредных искажающих факторов, как внешних, так и внутренних [1, 2]. При этом зачастую к уровню постоянной составляющей предъявляются высокие требования по точности и стабильности, то есть уровень практически не должен изменяться, так как даже незначительные отклонения сигнала (например, питающего напряжения) могут приводить к неправильной работе некоторых радиоэлементов (смесители, драйверы) и, как следствие, к нарушению работы радиотехнического устройства. Особенно высокая стабильность необходима в случаях, когда постоянная составляющая выступает в качестве информационного сигнала, например, в устройствах измерения дальности, основанных на принципе синхронного детектирования [3].

Объектом исследования являются изучение, сравнение и систематизация методов сохранения постоянной составляющей в цепях СВЧ. В процессе выполнения работы были изучены вредоносные факторы, искажающие постоянную составляющую сигналов в устройствах СВЧ, и последствия таких искажений. Далее, был собран список существующих методов противодействия вредоносным факторам и рассмотрены особенности каждого из них, в том числе, области применения, сложность и стоимость реализации и оправданность того или иного метода в разных случаях. Для оценки методов был проведен сравнительный анализ на примере модификаций модуля промежуточной частоты разрабатываемого на предприятии АО «НПП «Салют-27» приёмного устройства, входящего в состав радиолокационной системы.

В рамках практической части работы проведено моделирование характеристик разных версий модуля промежуточной частоты в системе автоматического проектирования Microcap 11. С помощью характеристик показано положительное изменение работы прибора при конструктивном внедрении тех или иных методов сохранения, а именно значительная стабилизация температурного коэффициента. Кроме того, осуществлено снятие характеристик прототипа, изготовленного на предприятии. На основе полученных данных сделаны выводы об оптимальном применении разнообразных методов сохранения постоянной составляющей для различных радиоприборов и условий эксплуатации.

Библиографический список

1. Пирогов, А.А. Воздействие температуры на электронные компоненты. / Пирогов А.А., Лопатин Р.С., Меерсон В.Э., Королев В.В. // Международный научный журнал «Символ науки». – 2023 – №11-1-2 – С. 55-57.
2. Антти, Эс. Причины температурного перегрева электронных компонентов и пути инженерных решений / Антти Эс. – Современная электроника – №2 – М., 2023 – С. 54-59.
3. Цыбулев, П.Г. Развитие систем регистрации радиоастрономических данных и повышение чувствительности радиотелескопа РАТАН-600 /Цыбулев П.Г. – 2014 – 146 с.

УДК 621.396

ШВАЛИХ Ф. А., КУЗНЕЦОВ С. Е.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ ОБРАБОТКИ И ФОРМИРОВАНИЯ СИГНАЛОВ РАДАРОВ БЛИЖНЕГО ДЕЙСТВИЯ МИЛЛИМЕТРОВОГО И САНТИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные автомобильные радарные системы, работающие в диапазоне 77 ГГц, широко применяются как в военных, так и в коммерческих целях, используя узкоспециализированные и инновационные технологии для обеспечения соответствия постоянно растущим требованиям. Радары могут использоваться не только для определения местоположения объектов, но и для измерения других параметров объекта – это скорость, курсовое направление, размеры объектов и др. Особую актуальность приобретает исследование алгоритмов, позволяющих избавиться от двойственности измерения допплеровского угла. Данные алгоритмы необходимы для обеспечения точности измерений дальности и скорости при использовании линейно-частотной модуляции с быстрой перестройкой (FMCW) [1].

В ходе исследования была составлена математическая модель сигнала. Проведены исследования существующих алгоритмов обработки сигнала для FMCW радаров. В ходе исследований были выявлены недостатки современных алгоритмов обработки и изучена возможность избавления от влияния неоднозначности измерения допплеровского угла для расчета относительной скорости объекта.

Ключевым аспектом исследования является анализ алгоритма, представленного Яровым Алексеем [2]. Представленный алгоритм может быть эффективно использован в автомобильных радарах для уменьшения взаимных помех между несколькими радарами, повышения эффективности обнаружения и улучшения характеристик зондирования при когерентной передаче MIMO.

Практическая реализация решения предусматривает внедрение алгоритмов обработки в многопроцессорные системы обработки информации и управления автомобильных радаров.

Полученные результаты позволяют рекомендовать данное решение для серийного применения в автомобильных радарных системах. В перспективе планируется адаптация разработки для использования в MIMO-радарах следующего поколения.

Дальнейшие исследования будут направлены на экспериментальную проверку предлагаемых решений и их адаптацию для перспективных радарных систем. Особое внимание будет уделяться

Библиографический список

1. Y. Takeda, T. Fujibayashi, Y.-S. Yeh, W. Wang, and B. Floyd, “A 76- to 81-GHz transceiver chipset for long-range and short-range automotive radar,” in 2014 IEEE MTTS International Microwave Symposium (IMS2014), 2014, pp. 1–3

2. Kumbul, U., Petrov, N., Vaucher, C. S., &Yarovoy, A. (2023). Phase-Coded FMCW for Coherent MIMO Radar. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, 2023, p. 15

Подсекция 1.2

Конструирование и технология радиоэлектронной аппаратуры

УДК 004

БЛИНОВ А.А., ЯМПУРИН Н.П.

МЕТРИКИ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОЦЕССА ИМПОРТА/ЭКСПОРТА 3D-МОДЕЛЕЙ PLM-СИСТЕМЫ

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

3D-модель является основным инструментом взаимодействия модулей внутри PLM-системы. Эффективность процесса импорта/экспорта напрямую влияет на сроки проектирования, точность расчетов и трудозатраты, поскольку в ходе ЖЦ изделия происходит постоянные обмен данными с модулями CAD (конструкторского проектирования), CAE (обеспечения инженерных расчетов), CAPP (технологической подготовки производства), CAM (разработки управляющих программ ЧПУ) и ILS (интегрированной логистической поддержки) [1].В рамках оптимизации необходимо ввести унифицированный набор метрик, позволяющих оценить результат работы разрабатываемого решения и провести анализ его преимуществ и недостатков.

В статье рассматриваются основные метрики для оценки эффективности оптимизации импорта/экспорта 3D-моделей PLM-системы, а именно:

- временные;
- качественные;
- ресурсные;
- экономические.

Одним из ключевых показателей является время выполнения операций импорта/экспорта. Временная метрикапозволяет оценить времяконверсии (время от начала операции импорта/экспорта до её завершения) и пропускную способностью (число моделей, обработанных за единицу времени (моделей/час)).

Не менее важным является качество итоговой модели. В рамках качественных метрик оценивается геометрическая точность(среднеквадратичная ошибка между исходной и конвертированной геометрией, измеряемая в мм или относительных единицах) и целостность топологии (доля полигональных или тесселяционных элементов, корректно перенесённых без разрывов или пересечений).

Ресурсные метрики оценивают пиковое потребление памяти(максимальный объём оперативной памяти, занятый процессом импорта/экспорта) и загрузка ЦП(процент времени работы процессора, затрачиваемый на задачу, характеризующий эффективность алгоритма с точки зрения вычислительной нагрузки), а также анализируется соотношение выполненных задач к затраченным ресурсам.

В рамках экономических метрик оценивается сокращение трудозатрат(разница во времени, затрачиваемом инженером на ручную коррекцию после конверсии, до и после оптимизации) и экономия пространства (разница в объёме файлов до и после применения алгоритмов сжатия или оптимизации структуры данных).

Для корректной оценки результата необходимо производить анализ частоты сбоев и времени простоя из-за ошибок конвертации, влияющих на производственные процессы. Также необходимо проводить оценку масштабируемости, показывающую изменение пропускной способности системы при увеличении числа параллельных задач.

Предложенные метрики позволяют производить стандартизованную оценку эффективности разработанного метода импорта/экспорта 3D-моделей в ЭСИ PLM. В дальнейшем планируется разработка методологии измерений для получения объективного результата.

1. Продукты СПЖЦ Цифровое предприятие САРУС. – URL: https://xn--b1aecabnea2cbmcffd7av8a5o.xn--p1ai/plm/ (дата обращения 20.04.2025).

УДК 681

БОЧКАРЕВА М.Д.

ВОПРОС ЮСТИРОВКИ БЕСПЛАТФОРМЕННОЙ ИНЕРЦИАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ И АСТРОВИЗИРУЮЩЕГО УСТРОЙСТВА

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

Астровизирующее устройство (АВУ) – это оптико-электронная система, предназначенная для определения углового положения объекта (летательного аппарата, морского судна и т.д.) относительно звездного неба. Принцип работы АВУ (рис.1) основан на измерении углов между наблюдаемыми звездами и выбранными осями системы координат, связанной с объектом.

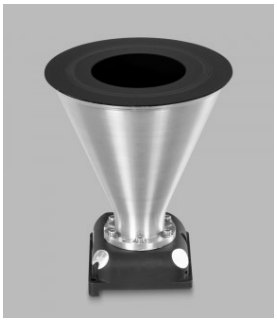


Рис.1. АВУ Rocket Lab Star Tracker

Бесплатформенная инерциальная навигационная система (БИНС) – это автономная система навигации, использующая акселерометры и гироскопы для измерения ускорения и угловой скорости движения объекта [1, с.12].

Основной недостаток БИНС – неограниченный рост погрешностей определения навигационной информации в течение времени функционирования, обусловленный инструментальными погрешностями блока инерциальных чувствительных элементов (БЧЭ).

Астровизирующее устройство (АВУ) обеспечивает компенсацию ошибок БИНС по угловой информации, которые накапливаются пропорционально времени полета.

Для расчета взаимного расположения собственных осей БИНС и АВУ запишем уравнение, которое связывает параметры ориентации АВУ и БИНС:

$$\Lambda^{\text{аву}}_{\text{l}_{\text{аву}}\,\text{g}_{\text{аву}}} = \left\langle \vec{\alpha} \right\rangle \circ \Lambda^{\text{бинс}}_{\text{lg}} \circ \left\langle \vec{\varepsilon} \right\rangle,$$

где $\Lambda_{\text{l}_{\text{аву}}\text{l}} = \left\langle \vec{\alpha} \right\rangle$ – рассогласование связанных осей, $\Lambda_{\text{gg}_{\text{аву}}} = \left\langle \vec{\varepsilon} \right\rangle$ – рассогласование Земных осей.

Такой способ взаимной юстировки АВУ и БИНС обеспечивает нахождение оценок углов взаимной ориентации, которые используются для оценки точности измерений.

Взаимная юстировка проводится по звездному небу или с использованием имитатора звездного неба. Наземные испытания по звездному небу проводятся в темное время суток при ясной погоде, обеспечивающей видимость звезд.

В результате было проведено математическое вычисление согласования связанных осей, заключающееся в нахождении векторов малых углов рассогласования связанной системы координат (ССК) и земной системы координат (ЗСК).

1. Матвеев, В.В., Распопов В.Я.Основы построения бесплатформенных инерциальных навигационных систем / В.В. Матвеев. – М.: «Электроприбор», 2009. – 280 с.

УДК 004

БОЧКАРЕВА М.Д.

СПОСОБ ЗАКРЕПЛЕНИЯ СТУДЕНТАМИ ЗНАНИЙ, ПОЛУЧЕННЫХ НА ЗАНЯТИЯХ

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

Сегодня преподаватели не перестают активно искать новые способы проверки знаний, которые позволяли бы проявлять у студентов интерес к дисциплине и одновременно с этим закреплять полученную на занятиях информацию.

Одним из таких способов является тестирование, которое стало неотъемлемой частью учебного процесса. В каждом учебном заведении используют этот метод проверки знаний, как в бумажном варианте, так и электронный формат. Работа с тестами заставляет студентов запоминать, мысленно повторять, и в этом способ усвоения изученного материала [1, с. 52]. Такой подход превращает занятия в некое подобие игры и перестает восприниматься как монотонный процесс.

На базе лекционного материала «История появления тестов» было разработано обучающее проверочное средство «Основоположники тестирования».

Тестирование предлагается проводить в формате «Найди пару». К каждому портрету необходимо найти в пару фамилию ученого, представленного на картинке.

Студентам открывается окно с 6 парами изображений: половина из которых –это портреты основоположников тестирования, другая часть – их фамилии. Сверху можно увидеть кто из студентов «ходит» в данный момент. Справа находится счетчик – количество правильных ответов. Участники по очереди открывают карточки, пока не найдут правильную пару (рис.1).



Рис.1.Нахождение верных пар

Данное электронное проверочное средство было разработано по заказу кафедры «Прикладная математика» АПИ (филиала) НГТУ им. Р.Е. Алексеева.

Разработанное проверочное средство позволяет в игровой форме проверить, как хорошо был воспринят и усвоен лекционный материал.

1. Пакшина, Н.А., Емельянова Ю.П. Разработка тестов самопроверки: обучение по образцу // Информатика и образование – 2014. – №8. – С. 52−56.

УДК621.31

ВЛАСОВ И.В.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ГРАВИРОВАЛЬНОГО ЛАЗЕРНОГО СТАНКА

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

На сегодняшний день в области отечественного станкостроения происходят значительные изменения. По данным Правительства РФза 2024 год производство станков выросло на 40%, однако все равно остается на низком уровне. Инновационное развитие отечественного станкостроения определяет развитие всех без исключения сфер промышленного производства, но особенно актуально для высокотехнологичных отраслей, в том числе, оборонно-промышленного комплекса [1].

В рамках настоящей работы решается задача по разработке гравировального лазерного станка с числовым программным управлением (ЧПУ), предназначенного для применения в рамках производственных задач (маркировка продукции, идентификация компонентов, изготовление мелкосерийных деталей).

Разрабатываемый вариант гравировального станка отличается своей простотой и универсальностью. Т-образная конструкция (рис. 1) с размерами рабочей зоны 390×360 ммвыполнена на базе линейных направляющих обеспечивающих свободное движение в двумерной плоскости. Направляющие крепятся к двум опорным стойкам. Несущей является направляющая по оси X. Движение лазерного модуля (ЛМ) осуществляется с помощью шаговых двигателей ШД-1 и ШД-2. Выходные валы двигателей находятся в зацеплении с зубчатыми ремнями, натянутыми вдоль направляющих X и Y.

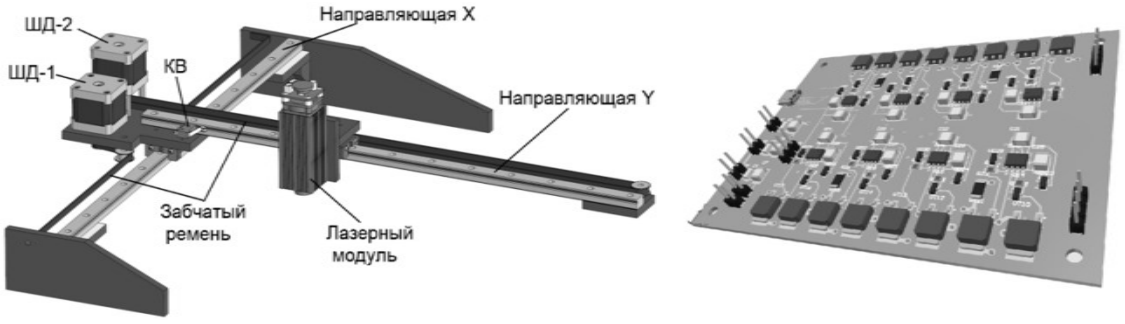


Рис.1. Конструкция гравировального станка и модуля управления

Управление движением ЛМ осуществляется с помощью модуля управления (МУ). Трехмерная модель конструкции МУ представлена на рис. 1. МУ включает в себя преобразователь интерфейсов, контроллер лазерного станка и два драйвера шаговых двигателей. МУ принимает команды на перемещение ЛМ, представленные в виде G-кода от персонального компьютера через порт USB, и преобразует их в управляющие сигналы для ШД. Конструкция МУ обладает размерами 100×80×14,5 мм, основной способ монтажа элементов поверх-

ностный. Радиоэлементы и материалы выбраны отечественные за исключением микросхемы преобразователя интерфейсов и микроконтроллера. Это обусловлено наличием большого количества программного обеспечения с открытым исходным кодом, разработанного под выбранный микроконтроллер, что позволит в кратчайшие сроки запустить и исследовать характеристики разрабатываемого станка.

1. Гусева, И.Б.Обеспечение планомерного инновационного развития отечественного станкостроения – залог экономической безопасности страны / Гусева И.Б., Моисеева Е.Г. // Развитие и безопасность, 2024. № 2 (22). С. 24-30.

УДК 004.942

ГОГОЛЕВ О.А.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ РАБОТЫ НЕОРТОГОНАЛЬНОГО БЛОКА АКСЕЛЕРОМЕТРОВ.

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

В традиционных БИНС используются ортогональные блоки акселерометров, которые обеспечивают измерение ускорений по взаимно перпендикулярным осям. Однако внедрение неортогональных блоков акселерометров позволяет достичь значительных преимуществ.

Использование неортогонального блока акселерометров способствует повышению точности измерений. Это достигается за счет избыточности данных, так как используется большее количество акселерометров, чем в ортогональных блоках. В условиях, когда точность измерений является критически важной (например, в авиации, космической навигации или подводных аппаратах), такая архитектура может значительно улучшить производительность системы.

Также неортогональный блок акселерометров повышает надежность системы за счет резервирования измерений. В случае отказа одного из акселерометров система, построенная на основе неортогонального блока, может продолжать функционировать, используя данные от оставшихся сенсоров.

Программа должна реализовывать математическое моделирование работы инерциального блока акселерометров с алгоритмами обработки информации избыточных инерциальных измерений. Также программа должна реализовывать моделирование работы традиционного трех-степенного датчика ускорений.

Мат. моделирование выполняется путем накладывания на виртуальный летательный аппарат сглаженных ускорений. Задаются процедурно-генерируемые треки входных ускорений, т.е. берутся случайные ступенчатые треки ускорений и пропускаются через фильтр низких частот. Летательный аппарат должен совершать плавное перемещение без рывков. Также для простоты отключается тяготение в виртуальной среде для простоты реализации мат. модели. Производим вывод графиков (реального ускорения, оценки параметров движения, ошибки оценивания и т.д.).

УДК 004.4

ГОЛОВНОВА А.А.

РАЗРАБОТКА СПРАВОЧНИКОВ «БАЗА КУП» И«ПРОЕКТЫ КУП» В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ДОКУМЕНТООБОРОТА T-FLEX DOCS

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

В настоящее время отечественный рынок программного обеспечения ограничен в части программ, позволяющих автоматизировать процесс по выпуску карт условий применения (КУП) электрорадиоэлементов (ЭРИ) в изделии. Было принято решение разработать собст-

венный модуль автоматизированного формирования КУП в системе электронного документооборота T-FLEXDOCs, используемой на предприятии.

Цель данной работы заключается в разработке двух справочников «База КУП» и «Проекты КУП» для автоматизации и оптимизации процесса формирования КУП.

Справочник «База КУП» предназначен для заполнения администратором информации о классах и параметрах ЭРИ, а также их своевременное изменение согласно нормативно-технической документации (НТД). Для пользователей, разработчиков конструкторской документации, разработан справочник «Проекты КУП», в котором проводится создание проекта, заполнение условий эксплуатации в аппаратуре и автоматическое сравнение их с данными согласно НТД с последующим формированием документации.

Использование на предприятии данной системы должно обеспечить хранение и обработку информации о классах и элементах КУП, возможность расширения функционала системы под требования пользователей, формирование отчетов.

Архитектура программного комплекса T-FLEX DOCs [1] состоит из следующих частей:

– серверная часть состоит из серверов приложений, базы данных, оповещений, файлов. Для работы и управления базами данных могут быть использованы СУБД Microsoft SQL Server, OracleServer или PostgreSQL.

– клиентская часть - это приложения, которые устанавливаются на рабочем месте и предоставляют работу с системой в соответствии с правами доступами пользователя.

– файловый сервер – хранилище, содержащее большие объемы данных.

Такая архитектура обеспечивает высокую производительность системы и безопасность передачи данных.

Разработка справочников «Проекты КУП» и «База КУП» проводилась согласно следующему алгоритму:

1) разработка прототипов справочников.
2) создание родительских и дочерних объектов справочников.
3) заполнение параметров объектов справочника.
4) создание связей между справочником «Проекты КУП» и «База КУП».
5) добавление свойств и макросов.
6) разработка интерфейса для пользователя.

Одним из ключевых этапов является разработка процедуры электронного согласования сформированной КУП.Процедура позволяется выполнять подписание документа в разы быстрее за счет уменьшения времени его передачи между согласующими лицами. В системе T-FLEX DOCs данная процедура реализована блок-схемой.

Использование автоматизированного формирования КУП на предприятии сократило время разработки и согласования документа более чем в два раза. Динамичность системы позволяет добавлять функции по требованию пользователя, корректировать отчеты при необходимости.Одним из важных достоинств разработки – это работа в едином информационном пространстве, что позволяет пользователю быстрее адаптироваться к знакомому интерфейсу, выполнять работу между справочниками.

1. Концепция T-FLEX PLM от компании «Топ Системы» // САПР и графика. – 2022 - №7 (309) – С. 23-31

УДК621.396

ГОРШКОВА М.А., КОМШИЛИН К.А.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ БЛОКА ФРОНТАЛЬНОГО КАНАЛА ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ АУДИОСИСТЕМЫ

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

Основной целью разработка конструкции блока фронтального канала (БФК) для автомобильнойаудиосистемы является улучшение качества звука в бюджетных автомобилях. Блок предназначен для формирования фронтального аудиоканала и должен функциониро-

вать без нарушения работы существующей аудиосистемы, а также исключать появление щелчков в динамиках.

Основные особенности устройства

1. **Компактность и размещение**: Блок имеет размеры не более 130,5×119×44 мм и массу до 0,6 кг, что позволяет удобно установить его под перчаточным ящиком со стороны переднего пассажира.
2. **Электрическая схема**: Включает узел вторичного источника питания и усилитель звуковых частот (УЗЧ), обеспечивая стабильное питание и высокое качество звука. Используются элементы, такие как микросхема TL494IN для ШИМ-контроллера и операционные усилители OPA137N/250, TDA2030AV.
3. **Материалы корпуса**: Корпус выполнен из алюминиевого литейного сплава АЛ8, что обеспечивает высокую прочность и стойкость к коррозии. Это также способствует снижению общей стоимости конструкции и упрощает процесс обработки.
4. **Защита от внешних воздействий**: Корпус соответствует стандарту IP54, что обеспечивает защиту от пыли и влаги, а также герметизация с использованием радиотехнического герметика предотвращает попадание влаги внутрь устройства.
5. **Печатная плата**: Используется двусторонняя печатная плата, выполненная из фольгированного стеклотекстолита, что обеспечивает надежность и высокую технологичность при производстве. Площадь платы рассчитана с учетом всех установочных площадей компонентов и составляет 10412 мм².
6. **Климатические условия эксплуатации**: Блок предназначен для работы в температурном диапазоне от -10 до +40 °C и должен выдерживать влажность до 70% при 25 °C. Также предусмотрена устойчивость к вибрациям до 2g в диапазоне частот от 5 до 100 Гц.
7. **Надежность и срок службы**: Блок должен иметь срок службы не менее 4 лет и среднюю наработку на отказ не менее 12000 часов, что подтверждается проведенными расчетами и испытаниями.

В результате разработки был создан высококачественный блок фронтального канала, который полностью удовлетворяет требованиям технического задания и способен значительно улучшить звуковое сопровождение в бюджетных автомобилях, что делает его актуальным для автомобильной промышленности. Проект соответствует современным стандартам и требованиям, что подчеркивает его значимость для будущего технической науки.

УДК 621.317.7

ЖДАНКИН Н.С., КОМШИЛИН К.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРОВОДНИКОВ НА КАЧЕСТВО ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ В ИНТЕРФЕЙСЕ SPI

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

В статье рассматривается влияние длины и качества соединительных проводников на точность передачи данных по интерфейсу SPI (SerialPeripheralInterface). Исследование проведено с использованием программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) производства компании Altera в качестве ведущего устройства и датчика ускорения в качестве ведомого. Целью работы стало определение, насколько физические параметры соединительных проводов (длина, материал, сечение) могут влиять на достоверность принимаемых цифровых значений при работе интерфейса SPI, особенно в условиях малых расстояний, характерных для макетирования и прототипирования.

В эксперименте сравнивались три конфигурации подключения устройств:

1. Провода DuPont длиной 10 см использовались как для линий питания, так и для линий интерфейса. При статичном положении акселерометра ведомое устройство передавало

значение 293, что при известной калибровке соответствовало отклонению в 0,897% от номинального значения.

2. Провода марки МГШВ-1 длиной 1 метр использовались для всех сигнальных линий интерфейса (MISO, MOSI, CS, CLK), в то время как питание подавалось по коротким проводам. В этом случае измеренное значение составило 184, что соответствует погрешности 0,5615%.

3. Провода МГШВ-1 длиной 1 метр применялись для всех шести соединений (интерфейс и питание). В результате полученное значение составило 328, что дало отклонение в 1,001%.

Результаты всех трёх экспериментов укладываются в допустимые пределы точности, обусловленные внутренними характеристиками самого датчика, однако на их основе можно сделать важный практический вывод. Даже при использовании коротких соединений (до 10 см) физические параметры проводов могут оказывать заметное влияние на уровень сигнала, приводя к искажению данных. Это обусловлено сопротивлением, паразитной ёмкостью и возможными наводками, особенно критичными при высокочастотной передаче.

Таким образом, эксперимент позволил на практике подтвердить важность выбора проводников соответствующего качества и длины при проектировании цифровых интерфейсов передачи данных. В особенности это актуально для макетных соединений, где часто применяются дешёвые и неподходящие по параметрам провода, что может привести к ошибкам в передаче и интерпретации данных.

УДК621.31

КЛЮЕВ И.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОРТАТИВНОГО ГЕНЕРАТОРА СИГНАЛОВ СПЕЦИАЛЬНОЙ ФОРМЫ

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

В современной электронике и радиотехнике генераторы сигналов играют ключевую роль. Они применяются в качестве базовых функциональных узлов для различного рода устройств, а также могут быть самостоятельными устройствами и применяться для создания стабильных и точных сигналов, необходимых для проведения проверки, тестирования и измерения характеристик различных электронных средств.

Особой значимостью обладают генераторы сигналов специальной формы, способные формировать сложные формы аналоговых сигналов. Портативные генераторы сигналов представляют отдельный класс устройств, сочетающих в себе функциональность и компактность.

В современных условиях развития электроники и миниатюризации возникает необходимость в проектировании отечественных портативных генераторов сигналов, которые сочетали бы в себе высокую точность, надежность и удобство эксплуатации при компактных размерах.

Разработанный в рамках настоящей работы портативный генератор сигналов специальной формы представлен на рис. 1. Формирование выходного сигнала основывается на применение методов прямого цифрового синтеза.

Портативный генератор сигналов обладает следующими характеристиками:

- выходной сигнал синусоидальный, прямоугольный или треугольныйс возможностью выбора;
- выходная частота генератора от 1 Гц до 10 МГц с шагом регулировки 0,1 Гц;
- амплитуда выходного сигнала не менее 0,5 В;

– регулировка и индикация параметров работы генератора осуществляться с помощью кнопок и LCD-дисплея;
– размеры конструкции 129×98×30 мм, масса не более 0,3 кг.

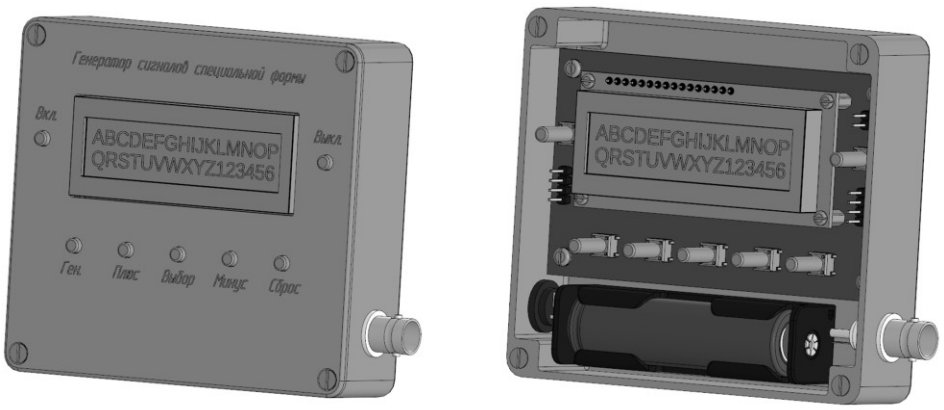


Рис.1. Конструкция портативного генератора сигналов

Практическая значимость полученных результатов заключается в создании универсального инструмента для проведения исследований, испытаний и настройки электронного оборудования, который может быть использован как в лабораторных, так и в полевых условиях благодаря своей конструкции.

УДК 004.946:004.925

КОЖЕВЯТКИНА М.А., ЗОТОВ С.М., РАСКАТКИН Я.А., ШЕРГИН В.В.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОКУЛЬТУРНОГО VR-ПРОСТРАНСТВА «ИСТОКИ»

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

Современные тенденции в образовательной сфере демонстрируют возрастающую роль цифровых технологий. Традиционные методы обучения постепенно теряют свою эффективность, что создает потребность в новых подходах к образовательному процессу.

Использование виртуальных технологий открывает новые возможности для привлечения молодежи к изучению культурного и технического наследия. Разработка *VR*-пространств способствует популяризации инженерных и научных специальностей, формируя ключевые компетенции, востребованные в высокотехнологичных отраслях промышленности. Особое значение такое пространство приобретает, так как оно обеспечивает сохранность музейных экспонатов и их доступность для широкой аудитории.

В рамках реализации данного подхода студентами Арзамасского политехнического института был разработан виртуальный музейный комплекс «Истоки». Проект реализован с применением современных технологий, включающих:

1. Систему оцифровки экспонатов: специализированную поворотную установку, созданную студентами АПИ НГТУ, шаговый двигатель 17*HS*4401, контроллер на базе *Arduino UNO*.
2. Технологии 3D-моделирования: фотограмметрическую обработку (*AgisoftMetashape*), оптимизацию полигональных моделей (*Blender*).
3. Создание виртуальной среды: платформа *Unity*, разработка интерактивного интерфейса, реализация системы навигации.

Особое внимание уделяется совершенствованию технического *VR*-музея АПИ НГТУ. В рамках проекта проведена значительная работа по оптимизации 3D-моделей (рис. 1) и виртуального пространства (рис. 2). В перспективе планируется внедрение технологии лазерного сканирования для повышения точности оцифровки.

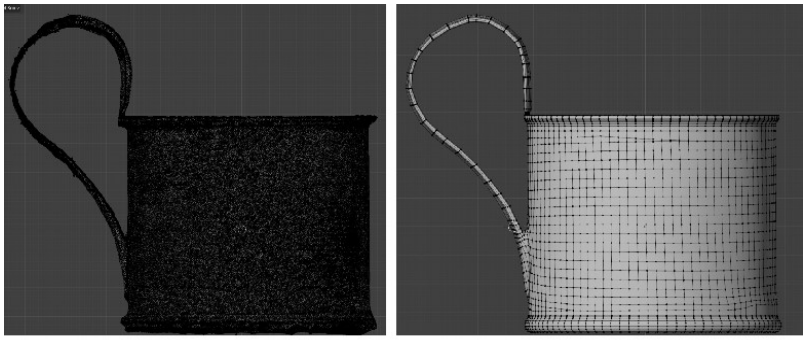


Рис. 1. Оптимизация 3D-модели музейного экспоната *а)* исходный вариант, вид сбоку, *б)* оптимизированная модель, вид сбоку

Разработанный виртуальный музей представляет собой современный инструмент изучения культурного и технического наследия, полностью соответствующий положениям "Стратегии развития информационного общества в Российской Федерации". Проект демонстрирует эффективное сочетание образовательных задач и инновационных технологий, открывая новые перспективы для сохранения исторического наследия.

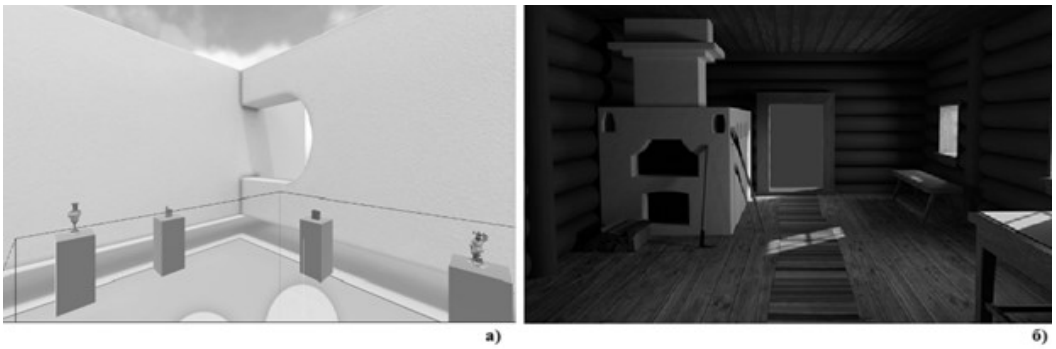


Рис. 2. Изменение пространства виртуального музея:
а) исходная отрисовка пространства, *б)* новый вариант пространства музея

УДК 621.396

КОМШИЛИН К.А., ГОРШКОВА М.А.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ИСПЫТАТЕЛЯ СТАБИЛИТРОНА

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

Разработка испытателя стабилитронов – измерительного прибора, предназначенного для проверки рабочих характеристик стабилитронов, используемых для стабилизации напряжения в электрических цепях. Испытатель выполняет несколько ключевых функций, включая измерение напряжения пробоя, проверку динамического сопротивления, определение характеристик стабилитронов и тестирование на повреждения.

Испытатель включает в себя источник питания с возможностью подключения как переменного, так и постоянного напряжения (10-15 В). Используются двухканальные ЦАП и ОУ для управления и измерения параметров стабилитронов.

Блок состоит из источника питания, коммутирующих устройств, схемы отображения результатов, ограничивающих резисторов и контроллера. Конструкция выполнена с учетом требований по безопасности, ремонтопригодности и устойчивости к внешним воздействиям. Габаритные размеры устройства ограничены 120×180 мм, масса не превышает 0,5 кг, что делает его компактным и удобным для использования в лабораториях и сервисных центрах.

Испытатель должен функционировать в диапазоне температур от -20 до +40 °C и при

относительной влажности до 80% при +35 °С. Он также должен выдерживать вибрации в диапазоне 0-100 Гц и линейные ускорения до 2g.

Потребляемая мощность устройства не превышает 0,3 Вт, а непрерывная работа возможна в течение 6 часов. Блок не представляет энергетической опасности и выполнен из материалов, не выделяющих токсичных веществ.

Испытатель использует пошаговое увеличение напряжения до достижения пробоя стабилитрона с последующим считыванием показателей на дисплее. Возможность выбора тока, проходящего через стабилитрон, позволяет проводить более точные измерения.

Конструкция блока должна обеспечивать свободный доступ к элементам для ремонта и обслуживания, а также соответствовать современным стандартам качества и безопасности (ГОСТ Р 51772-2001, ГОСТ Р 51623-2000). Корпус устройства выполнен из ударопрочного полистирола или металлических сплавов, что обеспечивает высокую прочность и легкость конструкции. Для печатных плат используются стеклотекстолиты, обеспечивающие хорошую теплопроводность и механическую прочность.

В заключение, испытатель стабилитронов представляет собой высокотехнологичное устройство, соответствующее современным требованиям к измерительным приборам. Все конструктивные особенности и технические характеристики обеспечивают надежность, удобство в использовании и высокую степень готовности к эксплуатации в различных условиях. Устройство выполнено с использованием современных САПР, что подтверждает его актуальность и соответствие современным стандартам.

УДК621.396

КОМШИЛИН К.А., ГОРШКОВА М.А.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ТЕРМОСТАТА ПРОМЫШЛЕННЫХ СИСТЕМ КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ

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

В настоящее время системы кондиционирования воздуха требуют точное поддержание заданной температуры, так как это является ключевым фактором для обеспечения энергоэффективности и надежности работы оборудования. Главной задачей прибора является контроль температурных режимов, что позволяет предотвратить перегрев и способствует оптимальному функционированию конденсаторов.

Основой прибора является микроконтроллер *ATmega*8*A-PN*. Принцип работы основан на измерении температуры с помощью высокочувствительного датчика, который преобразует тепловой сигнал в электрический. Полученный сигнал считывается микроконтроллером, после чего текущая температура сравнивается с заданным значением, далее формируется сигнал для исполнительного механизма[1]. Такой подход позволяет выполнить как простое включение-выключение системы, так и более сложные алгоритмы пропорционального или ПИД-регулирования.

Конструкция термостата включает в себя компактный корпус, выполненный из пластика *ABC*-2020-30, со степенью защиты *IP*54 и выше, что обеспечивает его надежную работу в условиях промышленного производства. Внутри корпуса размещены:

- температурный датчик;
- микроконтроллер с программным обеспечением;
- силовые элементы управления и интерфейс для настройки параметров.

Немаловажным фактором является снижение электромагнитных помех и повышение помехозащищенности устройства. Для удобства работы с прибором предусмотрен цифровой дисплей и кнопки настройки, а также возможность совмещения с системами автоматизации с помощью стандартных протоколов связи, таких как *Modbus*, *CAN*.

Результаты испытаний показали, что разработанный термостат обеспечивает стабильное поддержание температуры с точностью до плюс минус одной десятой градуса по Цельсию. Предложенная конструкция довольно просто поддаётся монтажу, имеет высокую надежность и адаптивность к различным вариациям промышленных систем кондиционирования.

Таким образом, разработанный термостат представляет собой эффективное решение дляповышения энергоэффективности и надежности промышленных систем кондиционирования воздуха, что актуально в условиях роста требований к экологичности и экономичности технологических процессов.

Библиографический список

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

2. 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.

УДК621.396

КОМШИЛИН К.А., ЖДАНКИН Н.С.

РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ЦИФРОВОГО ПРИБОРА КОНТРОЛЯ ЗАЖИГАНИЯ

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

Описан принцип работы и конструктивные особенности цифрового прибора контроля зажигания автомобиля. Главноепредназначение прибора – измерение частоты вращения коленчатого вала, определение угла опережения зажигания, а также исследование работы вакуумного и центробежного регуляторов угла опережения зажигания.

Основой устройства является микроконтроллер *ATmega* 16*B*-20*PU*, работающий на частоте 8 МГц. Измерительной составляющей является трансформатор, надетый на высоковольтный провод свечи зажигания. Импульсытрансформатора проходят через усилительно-формировочную цепь и обрабатываются микроконтроллером[1]. Результаты показываются на четырёхразрядном светодиодном индикаторе.

Прибор работает в двух режимах:

- режим стробоскопа-тахометра;
- режим измерения угла опережения зажигания.

В первом случае прибор считает число искр за период времени, равный шести секундам, умножаетэто число на определенный коэффициент и вычисляет частоту вращения двигателя. Во втором – с помощью светодиодного стробоскопа синхронизирует освещение и момент зажигания, что способствует получению точной оценки положения метки на маховике двигателя.

Конструкция прибора включает в себя: модуль измерения, аккумулятор, крышку с защитным стеклом, измерительные щупы. Печатный узел выполнен по технологии двустороннего монтажа на плате из стеклотекстолита *FR*-4 с металлизированными отверстиями. Для корпуса выбран *ABC*-пластик. Также возможно применение естественного воздушного охлаждения без дополнительных радиаторов.

Анализ элементной базы подтвердил её соответствие условиям эксплуатации: температурный диапазон от минус двадцати до плюс сорока градусов по Цельсию, виброустойчивость, защищённость от внешних факторов. Размерыприбора составляют 65×52,5×40 мм, масса менее 0,5 кг. Прибор работает от встроенного аккумулятора с возможностью зарядки, длительность непрерывного действия – не менее шести часов.

Разработка устройства может быть полезна для технических специалистов, работающих в сфере обслуживания и диагностики автотранспорта, а также для студентов, обучающихся наинженерных направлениях, при проведении лабораторных работ по системам зажигания.

Библиографический список

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

УДК621.396

КОМШИЛИН К.А., ГОРШКОВА М.А.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ ПРИЁМНИКА КАБЕЛЬНОГО ПРОБНИКА ДЛЯ ЦИФРОВОГО КОНТРОЛЯ МОМЕНТА ЗАЖИГАНИЯ

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

Повышение надежности и ремонтопригодности автомобильной электроники является важным направлением современной технической науки и производства. Одной из актуальных задач в этой области является разработка диагностических устройств, способных оперативно определять неисправности в системе зажигания двигателей внутреннего сгорания. Одним из таких решений выступает кабельный пробник с модулем приёмника.

В данной работе рассматривается разработка модуля приёмника кабельного пробника, предназначенного для цифрового контроля момента зажигания. Устройство позволяет считывать сигнал с многопроводного кабеля с последующей обработкой и выводом результатов на индикатор в цифровом виде. Основными функциями устройства являются: диагностика свечей зажигания, анализ работы катушек зажигания и контроль временных параметров искрообразования.

Модуль реализован на базе микроконтроллера *Atmega*168, стабилизатора напряжения *LM*7805 и индикационного узла *FYQ*-3641*AG*-11. Питание модуля осуществляет преобразователь, который позволяет работать от источника питания с напряжением 1,5 В. Элементы размещаются на двусторонней ПП, имеющей габариты 90×50 мм и изготовленной комбинированным позитивным методом по ОСТ 107.460092.004.01-86.

Технологический процесс сборки включает как групповую пайку в конвекционной печи, так и индивидуальную пайку штыревых компонентов. Разработана технологическая схема сборки, подобрана универсальная технологическая оснастка и рассчитано нормативное штучное время для основных операций. Произведена качественная и количественная оценка технологичности конструкции. Среднебалльный показатель технологичности составил 3,38, что указывает на необходимость оптимизации использования площади печатной платы.

Разработанный модуль является перспективным решением для проверки систем зажигания, включая в себя простоту конструкции, технологичность и универсальность применения в условиях мелкосерийного производства.

Современные автомобили оснащаются всё более сложной электроникой, что требует высокого уровня диагностики при ремонте и обслуживании. Ввиду этого наиболее востребованным считается наличие компактных, универсальных и доступных средств измерения. Модуль приёмника кабельного пробника разрабатывался с учётом этих требований.

Основная задача прибора – определение неисправностей системы зажигания, что очень важно как при плановом обслуживании, так и при ремонте в условиях ограниченного времени. Устройство позволяет с высокой точностью выявлять обрывы, короткие замыкания, нестабильную работу свечей и катушек зажигания.

С точки зрения технологичности, в устройстве можно выделить:

- высокая повторяемость элементов;
- высокий уровень стандартизации;
- унификация компонентов.

Всё это снижает себестоимость и упрощает производственный процесс. Комбинированный позитивный метод изготовления ПП обеспечивает достаточную точность, надёжность и прочность соединений.

Алгоритм работы устройства строится на пошаговом контроле поступающего сигнала, его цифровой обработке и индикации параметров на встроенном дисплее.

УДК 004.418,376.42

КУКЛИН А.Н., ГУСЬКОВА Ю.А.

РАЗРАБОТКА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ДЕТЕЙ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

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

Игровые технологии начинают пользоваться все большей популярностью в образовательной сфере. После проведения ряда исследований было выявлено, что дети лучше всего воспринимают и запоминают материал, который был представлен в графической форме. Для детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) это особенно важно, т.к. красочные изображения, музыкальное сопровождение и постоянная мотивация стимулируют их изучать новый материал [1].

Педагоги-дефектологи нередко разрабатывают собственные методы обучения для детей с ОВЗ. В учреждении ГБУ «Арзамасский ДСОД «Маяк» используется особая форма работы — фотоальбомы, через которые дети учатся узнавать себя, запоминать лица других людей и места в городе. В ходе проведения опроса педагогов и психологов выяснилось, что им требуется программное обеспечение для систематизации фотографий, создания на их основе обучающих викторин, а также автоматизирующее рутинные процессы, такие как составление расписания и отчетности. Учитывая выявленные потребности, было предложено создать специальный образовательный проект. Он получил название «Школа для ребят от веселых зверят».

Проект предлагает два варианта использования – домашнее и в образовательных учреждениях. Данный параметр отвечает за то, какой функционал будет предоставляться пользователю. В домашнем использовании упор делается на индивидуальное использование. Для организаций предлагаются следующие возможности: создание аккаунтов педагогов и детей с целью отслеживания статистики, создание учебных групп, формирование отчетов по различным параметрам и другие функции, которые упрощают работу в организациях. Пользователи могут хранить фотографии в облаке. При создании альбомов можно изменять информацию для каждой фотографии – добавлять описание, отмечать людей и добавлять символы Макатон (система альтернативной коммуникации). Приложение анализирует успеваемость каждого ребенка и сохраняет информацию в базе данных, на основе которой педагоги могут составлять отчеты.

Проект разрабатывается на игровом движке Unity с использованием языка програм-

мирования C#. На серверной стороне расположена база данных MySQL с возможностью управления через phpMyAdmin. Для обмена данными между клиентом и базой данных создан сервер на Node.js. Этот сервер принимает запросы от клиента. В зависимости от полученных данных он формирует и выполняет соответствующие SQL-запросы в базе данных. После обработки данных сервер отправляет ответ обратно клиенту. Параллельно разрабатывается сайт, где пользователи смогут ознакомиться с проектом, скачать приложение, получить лицензионный ключ и войти в свой аккаунт.[2]

Библиографический список

1. Выготский, Л. С. Психология / Л. С. Выготский. – М.: Апрель пресс: ЭксмоПресс, 2000. – 1008 с.
2. Unity в действии. Мультиплатформенная разработка на C# / Пер. с англ. И. Рузмайкиной. — СПб.: Питер, 2016. — 336 с.: ил. — (Серия «Для профессионалов»)

УДК 004

МЯКИШЕВА Е.Н., ХАПОВА Н.В.

НОВЫЙ ФОМАТ ТЕСТИРОВАНИЯ: КОМАНДНАЯ РАБОТА И ПРАКТИЧЕСКИЕ НАВЫКИ

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

Современные образовательные и профессиональные стандарты требуют от студентов не только глубокого понимания теоретических основ, но и умения применять знания на практике. В среде инженерных и научных вычислений MATLAB занимает одно из ключевых мест, благодаря широким возможностям анализа данных, моделирования и алгоритмизации. Однако традиционные методы оценки знаний не всегда позволяют оценить практические навыки студентов, полученные в процессе обучения.

Командные тесты предлагают инновационный подход к проверке знаний, основанный на совместной работе обучающихся над практическими решениями задач. Такой формат не только проверяет навыки, но и развивает важные компетенции будущих специалистов: коммуникацию, лидерство, распределение ролей, критическое мышление и сотрудничество. Взаимодействие внутри команды способствует более глубокому усвоению материала, а соревновательный элемент в сочетании со взаимной поддержкой повышает мотивацию студентов.

В целях оценки уровня освоения пяти ключевых тем MATLAB был разработан комплекс командных тестов, позволяющий обучающимся проверить свои навыки и знания в процессе коллективной работы. Каждый набор заданий фокусируется на конкретном разделе и включает в себя практические и теоретические упражнения различной сложности. На рисунке 1 представлен интерфейс главной страницы электронного проверочного модуля, который позволяет пользователям выбрать нужный тест и перейти по ссылке для его выполнения.

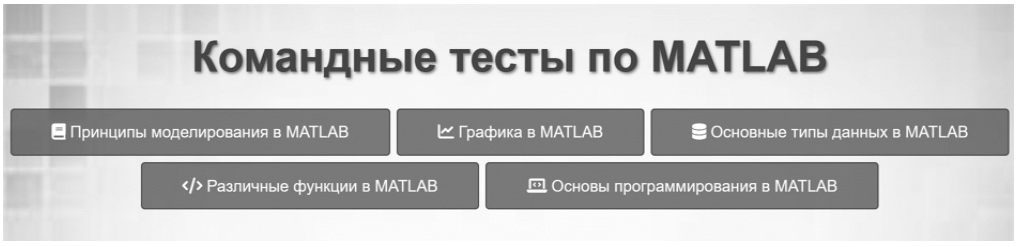


Рис. 1. Изображение главной страницы проверочного средства

Процедура тестирования включает в себя три последовательных этапа: ознакомление с правилами, регистрацию и выполнение заданий. Используемые контрольные материалы охватывают различные аспекты работы в MATLAB, включая теоретические вопросы, практические инженерные задачи и задания по отладке кода. Для обеспечения объективности оценки применяется система случайной выборки вопросов из базы данных. Результаты автоматически обрабатываются и представляются в виде отчета-таблицы, содержащего анализ допущенных ошибок. Визуализация процесса тестирования представлена на рис. 2.



Рис. 2. Процесс прохождения теста командами

УДК 004

МЯКИШЕВА Е.Н., ГРИШИНА О.В.

СОЗДАНИЕ НАУЧНОГО КВЕСТА ПО ФИЗИКЕ: РАЗГАДАЙ, РЕШИ, ПРОВЕРЬ

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

Для эффективного изучения физики, которая требует глубокого понимания математических концепций и абстрактного мышления для объяснения фундаментальных законов природы, необходим комплексный подход, сочетающий передачу знаний с увлекательной и интерактивной формой обучения. Одним из таких подходов является создание научных квестов, которые позволяют пользователям усваивать темы через разнообразные задания. Они могут включать в себя не только загадки и головоломки, основанные на физических концепциях, но и задания на соответствие, заполнение пропусков в тексте, практические эксперименты, моделирование физических процессов и многое другое.

Разработанный научный квест по физике призван реализовать этот подход. На рис. 1 представлена его главная страница с разнообразными заданиями для изучения, проверки и закрепления знаний.

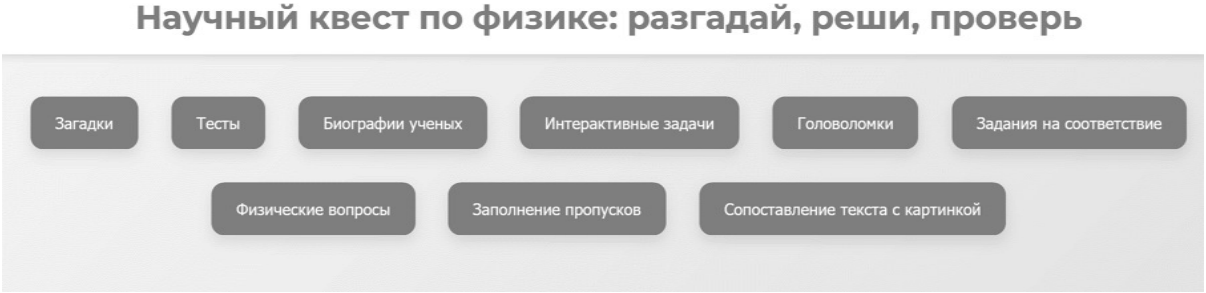


Рис. 1. Главная страница научного квеста

Квест по физике направлен на развитие аналитического мышления, углубление знаний, повышение интереса к науке и формирование навыков самостоятельной работы. Разра-

ботанный ресурс предназначен для студентов 1-го курса и может быть использован как для самостоятельной работы, так и в рамках аудиторных занятий, например, для закрепления пройденного материала или в качестве элемента интерактивных семинаров.

Участникам предстоит разгадать 10 физических загадок, каждая из которых проверит понимание ключевых понятий и законов физики. Благодаря системе мгновенной автоматической проверки ответов, пользователи смогут сразу увидеть правильные решения и проанализировать свои ошибки. Этот навык самопроверки применяется и в дальнейших испытаниях: обучающимся будет предложено несколько теоретических тестов на разные темы с ограничением по времени в 5 минут. Такой формат заданий направлен на развитие умения быстро и эффективно применять знания на практике, воспроизводя условия экзамена или контрольной работы. Квест также включает познавательный раздел с краткими описаниями жизни и достижений выдающихся ученых, таких как Ньютон, Эйнштейн, Максвелл и других и тестами для проверки усвоения прочитанного материала (по 3 вопроса к каждой биографии).

Интерактивный блок задач позволит обучающимся на практике применять формулы и понятия, вводя начальные данные для автоматического расчета кинетической энергии, работы силы, мощности и других физических величин. Визуализация результатов расчетов поможет лучше понять физические процессы, а разнообразные задания, включающие ребусы, логические задачи, головоломку «Судоку», задания на соответствие (например, физическая величина – единица измерения), вопросы с вводом ответа, где каждой букве соответствует отдельная ячейка, тексты с пропусками для проверки понимания и задания на сопоставление текста с соответствующей картинкой, обеспечат комплексное развитие мышления и творческий подход к решению задач.

Разнообразные задания квеста не только могут разнообразить учебный процесс, но и способствуют развитию системного подхода и умения работать с различными форматами информации.

УДК 004

МЯКИШЕВА Е.Н., ГРИШИНА О.В.

ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАНИИ: РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОННОГО РЕСУРСА ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ФИЗИКИ

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

В современную цифровую эпоху электронные учебные комплексы стали незаменимыми инструментами образования, предоставляя гибкий и доступный формат обучения, адаптированный к индивидуальным потребностям обучающихся. Интерактивные возможности таких ресурсов способствуют более глубокому усвоению информации и развитию практических навыков. Кроме того, электронные материалы легко обновляются и дополняются, что позволяет им оставаться актуальными и соответствовать динамично меняющимся требованиям образования. Разработка таких ресурсов особенно актуальна для точных естественных наук, где важно обеспечить быстрый доступ к информации и возможность фокусироваться на необходимых темах. В качестве примера рассмотрим разработанный веб-ресурс на тему «Электромагнитные волны» (рис.1). Этот интерактивный комплекс предоставляет структурированный теоретический материал, что способствует эффективному и увлекательному изучению сложных концепций физики.

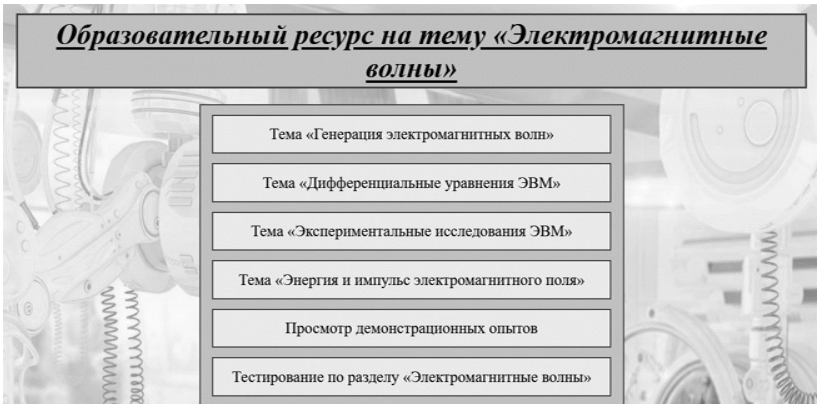


Рис. 1. Основная страница веб-ресурса

Для эффективного восприятия информация представлена в различных форматах, включая текст, изображения, графики и многое другое (рис. 2). Для наглядной иллюстрации ключевых концепций и законов предусмотрены демонстрационные материалы (короткие видеоролики), объясняющие физические опыты и явления. После изучения текущего теоретического раздела пользователи могут проверить свои знания с помощью тестирования с возрастающим уровнем сложности вопросов. Такой подход позволяет оценить усвоение материала и выявить темы, требующие дополнительного изучения.

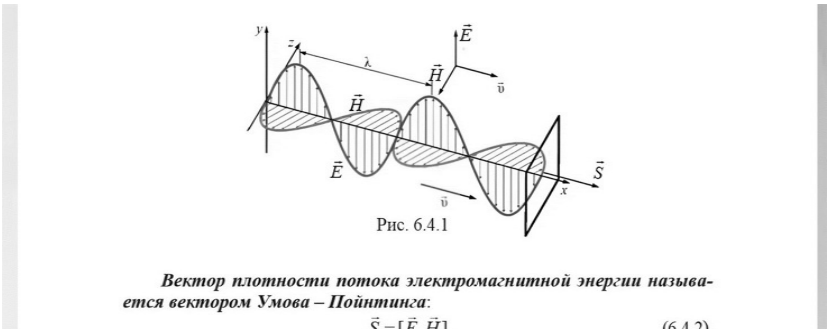


Рис. 2. Фрагмент теоретического материала

Сайт разработан с использованием HTML для структурирования, CSS для стилизации и JavaScript для создания интерактивных элементов и тестирующей программы. Дизайн сайта соответствует рекомендациям, изложенным в источнике [1].

1. Пашкина, Н.А. Введение в компьютерные технологии обучения: учеб. пособие. / Н.А.Пакшина – Нижний Новгород: НГТУ, 2010. – 199 с.

УДК 28.15.15

ПАШАНИН Д.Е.

УПРАВЛЕНИЕ МУЛЬТИАГЕНТНЫМИ СИСТЕМАМИ

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

Современные тенденции развития производств требуют внедрения робототехнических систем, обладающих сложной структурой. Роевые мультиагентные системы относятся к такого рода системам. В таком случае основной задачей является выработка согласованных

действий для группы объектов, следующих общей цели. Таким образом, разработка алгоритма, обеспечивающего согласованное управление данной системой, является актуальной.

Сигнал управления можно составить как:

$$u(t) = K_1 x_i(t) + K_2(x_i(t) - h_i(t)) + \alpha K_3 \sum_{j \in N^i_{\sigma(t)}} \omega_{ij}((x_j(t) - h_j(t)) - (x_i(t) - h_i(t))) + \upsilon_i(t)$$

Тогда роевая система записывается как:

$$\dot{x}(t) = (I_N \otimes (A + BK_1 + BK_2) - \alpha L_{\sigma(t)} \otimes BK_3)x(t) + (\alpha L_{\sigma(t)} \otimes BK_3 - I_N \otimes BK_2)h(t) + (I_N \otimes B)\upsilon(t)$$

Матрица *K1* применяется для расширения доступных к выполнению формаций системы. Матрица *K2* применяется для задания режима движения опорной траектории системы. Матрица *K3* может быть использована для управления состоянием роевой системой при переключении топологий.

Разрабатываемый алгоритм позволяет осуществлять последовательный расчет коэффициентов *K1*,*K2*,*K3*, с учетом дополнительных проверок выполнимости[1] изменяющейся во времени формации системы и управляемости системы.

Корректность работы представленного алгоритма может быть подтверждена численным моделированием, позволяя роевой системе из шести агентов с одним лидером совершать вращательное движение в соответствии с опорной траекторией с сохранением структурной целостности системы.

Библиографический список

1. Hua Y., Dong X., Ren Z. Formation Tracking Control for Heterogeneous Swarm Systems. – CRC Press, 2022.

2. Тимофеев, А. В. Методы нейросетевого и мульти-агентного управления в робототехнике и мехатронике //Нелинейная теория управления и её приложения. Динамика, управление, оптимизация. М.: Физматлит. – 2003. – С. 101-126.

УДК 47.45.29

СЫЧЕВ К.С., СВЕРДЛОВ Р.В.

ВЫБОР АНТЕНН ДЛЯ СИСТЕМ ОБНАРУЖЕНИЯ

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

Поставлена задача создания системы для обнаружения летающих объектов, излучающих радиосигналы и представляющих потенциальную опасность для пользователя. Система должна сигнализировать о приближении указанных объектов и указывать направление потенциальной угрозы. К устройству предъявляются требования: оно должно обеспечивать угол обзора по вертикали примерно 170 градусов; в горизонтальной плоскости 360 градусов; быть компактным в сложенном состоянии (умещаться в размер портфеля); обладать легкой развертываемостью на объекте использования, простотой эксплуатации, не иметь собственного радиоизлучения. Предполагается, что система будет состоять из следующих частей: антенного комплекса и приемного устройства, принимающего сигналы от антенн и имеющего индикатор для указания направления потенциальной опасности. Антенны в данной системе должны быть пассивными и служить для приема сигналов объектов. Антенный комплекс может представлять собой разборную полусферу, состоящую из соединяемых между собой элементов. Каждый элемент содержит направленную антенну, принимающую излучение от вышеуказанных объектов. Сканирование пространства осуществляется с помощью переключения антенн, обеспечиваемого приемным устройством. Из соображений удобства эксплуатации диаметр полусферы предварительно определим 0,5…1м. Элементы полусферы можно выполнить ил легкого непроводящего материала (пластика), на который нанесена топология антенн. Возможно также исполнение полусферы в виде надувной конструкции.

На первом этапе необходимо выбрать тип применяемых антенн. Антенны не должны иметь пространственной конструкции, иметь выраженную диаграмму направленности. Известно, что сигналы, излучаемые упомянутыми объектами, лежат в диапазоне частот от 430 МГц до 5,8 ГГц, следовательно, антенны должны быть широкополосными.

Рассматривались следующие типы антенн: дипольные, спиральные цилиндрические, спиральные конические, спиральные плоские. Выявлены достоинства и недостатки указанных антенн. Дипольные и спиральные цилиндрические антенны не обладают нужной широкополосностью, спиральные конические имеют пространственную конструкцию. Наиболее подходящими были признаны плоские логарифмические спиральные антенны. Данные антенны являются частотно независимыми в пределах, определяемых ее геометрическими параметрами, которые рассчитываются, согласно [2], по формуле:

$$R = R_0 \exp(a\varphi), \qquad (1)$$

где R, φ – текущие полярные координаты: φ – угол поворота векторовR;R – радиус внешней образующей плеча спирали;; R_0 – радиус внешней образующей плеча спирали в районе точек питания;; a – коэффициент плотности навивки спирали; δ – угол сдвига внешней образующей плеча спирали относительно внутренней образующей;

Согласно расчетам, диаметр антенн, необходимый для обеспечения приема сигналов в указанных диапазонах, не превышает 140 мм, что позволяет разместить нужное количество антенных элементов в данной конструкции.

Библиографический список

1. Артёмова, Т.К. Антенны: учебное пособие / Т. К. Артёмова, Н. И. Фомичёв.
2. Жук, М.С., Молочков Ю.В. Проектирование линзовых, сканирующих, широкодиапазонных антен и фидерных устройств. – М.: Энергия, 1973. -439 с.
3. Ротхаммель, К. Антенны. 3-е изд., доп. – М.: Энергия, 1979. -320 с.

УДК 621.396.67

ТЮЛЬТИН И.Е., ТУЖИЛКИН А.А., ЧЕРВЯКОВ Д.А., СЫЧЁВ К.С., СВЕРДЛОВ Р.В.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПАССИВНЫХ АНТЕНН

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

Рассмотрим различные типы пассивных антенн для систем обнаружения, включая дипольные, спиральные, рупорные антенны и фазированные антенные решётки. Каждый тип анализируется с точки зрения ключевых характеристик: рабочего диапазона частот, коэффициента усиления, направленности, компактности и сложности конструкции. Особое внимание уделено требованиям к системам радиоэлектронной разведки, которые должны быть мобильными, широкополосными и способными обнаруживать объекты в широком секторе обзора [1].

Среди всех рассмотренных вариантов спиральные антенны демонстрируют наилучший баланс характеристик. Их основные преимущества включают широкополосность, высокий коэффициент усиления и возможность работы с круговой поляризацией, что особенно важно для отслеживания движущихся целей. При этом отмечается, что спиральные антенны сложнее в производстве по сравнению с дипольными, но их эффективность оправдывает применение в специализированных системах обнаружения [2].



Рис. 1. Архимедова спиральная антенна

Наиболее перспективной для практического использования признана архимедова спиральная антенна, представленная на рис. 1. Она охватывает широкий диапазон частот (800 МГц –

6 ГГц), обладает компактными размерами и обеспечивает точное определение положения объектов. Эти качества делают её идеальным выбором для систем, где критичны мобильность, устойчивость к помехам и высокая точность обнаружения [3].

Выбор антенны зависит от конкретных задач системы. Однако для большинства сценариев радиоэлектронной разведки архимедова спиральная антенна оказывается оптимальным решением, сочетая в себе необходимые технические параметры и практическую применимость. Это открывает возможности для создания эффективных и надежных систем обнаружения воздушных объектов.

Библиографический список

1. Артёмова, Т.К. Антенны: учебное пособие / Т. К. Артёмова, Н. И. Фомичёв.
2. Юрцев, О. А., Рунов А. В., Казарин А.Н. Спиральные антенны. М., «Сов. Радио”, 1974. - 224с.
3. Монзинго, Р.А., Миллер Т. У. Адаптивные антенные решетки: Введение в теорию: Пер. с англ. М.: Радио и связь, 1986. – 448 с., ил. — 2-е изд., исправленное и дополненное. — Ярославль: ЯрГУ, 2010. — 108 с.

УДК 004

ТЮТЕРЕВА Л.Е., ХАРИТОНОВ Л.С.

WEB-КВЕСТ ПО ТЕМЕ «КЛЮЧЕВЫЕ ФИГУРЫ СЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ»

Арзамасский политехнический институт (филиала) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

С развитием технологий электронные средства обучения получают все большую популярность. Они чаще используются преподавателями в рамках образовательных программ, поскольку имеют ряд достоинств, повышающих их привлекательность на фоне традиционных форм образования.

Перед авторами была поставлена задача разработать Web-квест «Ключевые фигуры сетевых технологий», состоящего из: титульной страницы; галереи учёных с краткой информацией; страниц с биографией и достижениями каждого учёного; двух тестов самопроверки на соответствие (с таймером); кроссвордом с ограничением по времени; внедрение продукта в учебный процесс.

Данный квест посвящен знакомству с основоположниками сетевых технологий, а именно с деятельностью Норберта Винера, Роберта Эллиота Кана, Рэя Томлинсона, Роберта Меткалфа, Ричарда Мэтью Столлмана, Тимоти Джона Бернса-Ли, Линуса Бенедикта Торвадьдса и Сергея Брина.

Каждому студенту отводится 30 минут на изучение материала, представленного в галерее, и запоминания портретов и достижений учёных. Далее студенты приступают к выполнению теста на соответствие (5-10 минут), состоящего из двух туров и содержащего по 6 портретов учёных.

В первом туре студенты проходят авторизацию, затем приступают к выполнению задания, в котором им необходимо установить соответствие между портретами основоположников сетевых технологий и их именами. По завершению задания появится окно с временем, потраченным на прохождение, и переходом ко второму этапу. Во второй части теста необходимо соотнести основные достижения ученых с их портретами. Принцип работы на втором этапе аналогичен первому. По завершению второго этапа появится окно с результатами. Второй вид самопроверки – кроссворд, состоящий из семи вопросов.

В качестве средств создания квеста использовался язык разметки HTML, таблицы каскадных стилей CSS, а для реализации тестирующей программы язык JavaScript. При разработке данной системы использованы рекомендации пособий и статьи [1; 2; 3]. Продукт

прошел апробацию в группах АСИ 24-1 и АСПМ 23-1 и был одобрен студентами.

Данная система обучения может быть успешно применена в образовательных программах, связанных с информатикой и сетевыми технологиями. Web-квест «Ключевые фигуры сетевых технологий» можно рекомендовать для применения в учебных курсах по информатике и IT. Он помогает вовлекать студентов в процесс обучения за счёт игровой формы и удобного интерфейса, что делает занятия более живыми и интересными.

Библиографическийсписок

1. Пакшина, Н.А. Введение в компьютерные технологии обучения: / Н. А. Пакшина. – Нижний Новгород : НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2011. – 199 с.
2. Пакшина, Н.А. Учет особенностей цветового восприятия при оформлении электронных средств обучения / Н. А. Пакшина, С. А. Валов, Ю. П. Пакшина // Академический журнал Западной Сибири. – 2010. – № 5-6. – С. 19.
3. Потанина, Т.Ф. «Веб-квест – как способ активации учебной деятельности студента» // Саранский техникум энергетики и электронной техники им.А.И.Полежаева - (ссылка на ресурс: https://infourok.ru/statya-na-temu-veb-kvest-kak-sposob-aktivizacii-uchebnoj-deyatelnosti-studenta-7856304.html)

УДК 621.31

УТКИН В.Е.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЧАСТОТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ДЛЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ

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

В современных условиях развития промышленного производства особую актуальность приобретает вопрос эффективного управления электроприводами. Частотное регулирование асинхронных электродвигателей становится одним из приоритетных направлений в области электропривода благодаря своим неоспоримым преимуществам. Данный способ обеспечивает плавное регулирование и высокую точность частоты вращения выходного вала электродвигателя. Это существенно снижает потери мощности в процессе регулирования, что напрямую влияет на энергоэффективность всей системы.

В данной работе решается задача по проектированию частотного преобразователя для асинхронного электродвигателя, структурная схема которогопредставлена на рис. 1.

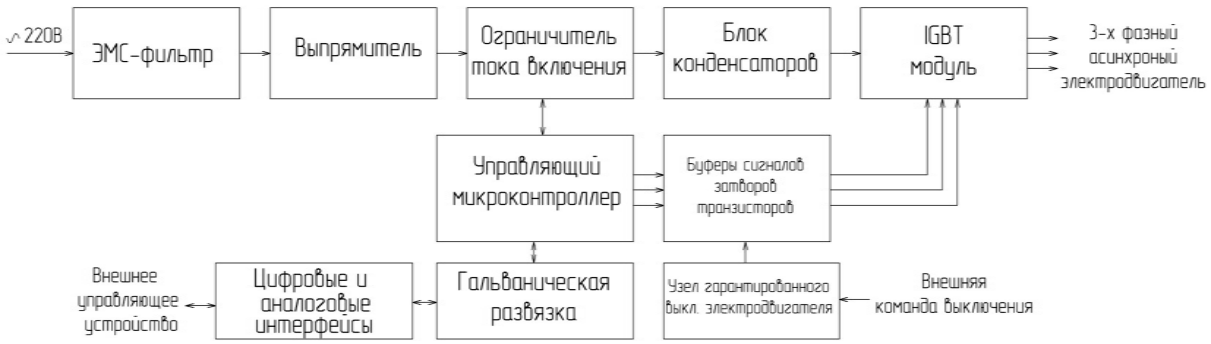


Рис.1. Структурная схема частотного преобразователя

Питание ЧП осуществляется от сети переменного тока 220 В 50 Гц. ЭМС-фильтр расположен на входе устройства и обеспечивает подавление электромагнитных помех и исключает их распространение по сети питания. Выпрямитель преобразует переменное напряже-

ние в постоянное. Ограничитель тока включения контролирует и ограничивает ток при запуске электродвигателя, предотвращая перегрузки.Блок конденсаторов снижает пульсации напряжения, формируемые переключением выходных силовых элементов.

Силовая часть частотного преобразователя представлена IGBT-модулем.Данный блок по командам от управляющего микроконтроллера формирует трехфазное переменное напряжение. Гальваническая развязка обеспечивает изоляцию между цепями управления и силовыми цепями преобразователя.

Цифровые и аналоговые интерфейсы обеспечивают связь между микроконтроллером и внешними управляющими устройствами. Узел гарантированного выключения электродвигателя позволяет в случае аварийной ситуации снять питание с электродвигателя, отключив напрямую IGBT-модуль.

Центральный элемент схемы – управляющий микроконтроллер.Он координирует работу всех функциональных узлов, принимает сигналы от внешних устройств и управляет IGBT-модулем.

В рамках настоящей работы в соответствии с техническим заданием была разработана схема электрическая принципиальная устройства и выбран вариант компоновки блока. В рамках требований по электромагнитной совместимости силовая и слаботочная (цифровая) части были размещены на отдельных печатных узлах. Силовая часть размещена на радиаторе охлаждения.

Подсекция 1.3

Телекоммуникации

УДК 004

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

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ ЗНАНИЙ

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

Интеллектуальная система тестирования знаний на основе семантического анализа свободных ответов на естественном языке(ИСТЗ) позволяет автоматизировать и масштабировать процедуры комплексной проверки знаний в информационно-обучающих системах и способствует развитию подобных систем, обладающих значительно более высоким потенциалом, чем распространенные системы проверки знаний с закрытыми вопросами [1].

На рисунке 1 представлена схема автоматизированного тестирования знаний, ядром которой является оценка семантической близости ответов пользователей (обучающихся) на естественном языке.

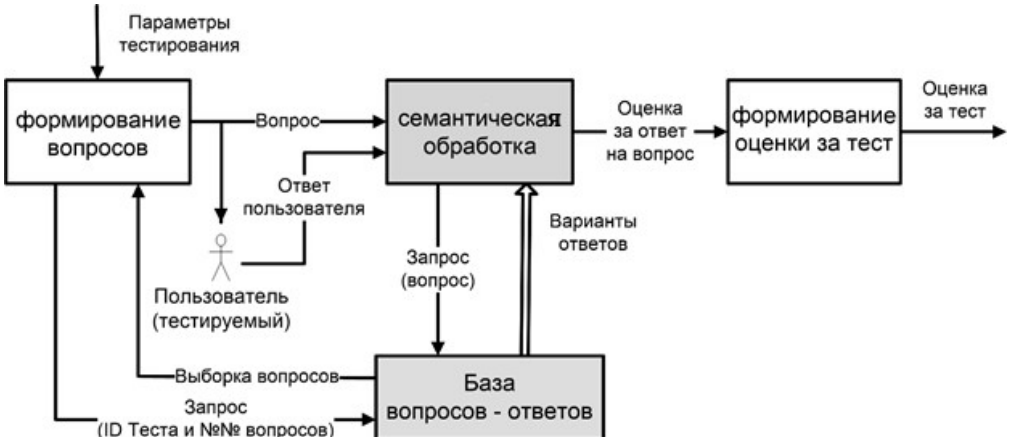


Рис. 1. Схема автоматизированного интеллектуального тестирования знаний

В соответствии с заданными параметрами тестирования (тема теста и количество вопросов) модулем формирования вопросов выполняется запрос к базе вопросов и ответов откуда загружается случайная выборка открытых вопросов. Эти вопросы последовательно предъявляются тестируемому пользователю, который вводит развернутые ответы на естественном языке. Каждый ответ поступает в модуль семантической обработки, в который из базы считываются варианты накопленных ответов, оцененных преподавателем. В модуле семантической обработки оценивается семантическая близость ответов из базы с новым ответом и затем с помощью модифицированного алгоритма *K*-ближайших соседей находится оценка за новый ответ. Итоговая оценка за тест выполняется простым усреднением либо с помощью взвешенного усреднения с учетом различной сложности вопросов.

ИСТЗ может составить основу для реализации интеллектуальной обработки ответов пользователей на открытые вопросы, формулируемых на естественном языке, в составе широко класса информационно-обучающих систем [2].

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

Библиографический список

1. Дубов, М.С., Калинина Н.А., Милов В.Р. Аспекты использования автоматизированного тестирования с открытыми вопросами // В сборнике: Инновационные технологии в образовательной деятельности Материалы Всероссийской научно-методической конференции. 2019. С. 74-77.
2. Егоров, Ю.С. Поддержка принятия решений при концептуальном проектировании интеллектуальных информационных систем // Сборник материалов XXIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». − Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. С. 66-67.

УДК 004.5

БАРАНОВ Д.В.

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ КОМАНДАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует очень много решений для управления проектами, подбора персонала, управления поручениями и смежных задач. С развитием искусственного интеллекта и количество решений, и уровень их возможностей возрастают лавинообразно.

Следует отметить, что во время импортозамещения возрастает необходимость в отечественных решениях с гибким подходом, позволяющим пользоваться небинарной логикой, а также оценкой вероятности успеха.

В то же время, исследователи и практики отмечают, что применение искусственного интеллекта связано с множеством сложностей, особенно в глубоком обучении. Разработчикам необходимо тщательно выбирать и настраивать нейронные сети, методы регуляризации и гиперпараметры для достижения желаемой производительности [1].

В нашем исследовании акцент сделан на виртуальные организации, отличающихся от традиционных схем использования тем, что сотрудники при работе над своими заданиями сохраняют независимость, т.е. такая команда может иметь как перманентную структуру, так и временную, в которой исполнители, имеющие определенные навыки (компетенции), объединяются, чтобы выполнить некоторый ИТ-проект. Актуальность работы обусловлена возрастающими рисками несвоевременного выполнения поставленных задач, оперативного выхода сотрудника на связь или снижения качества выполняемых задач за счет отвлекающих факторов. В работе исследуется применение вероятностного подхода к принятию решений в виртуальной организации.

Предлагаются следующие средства к усовершенствованию существующих процедур решений:

– модель распределения заданий, отличающаяся от известных аналогов целевой функцией, основанной на модели Раша, а также использованием этой модели;

– алгоритм переоценки компетенций, отличающийся от известных использованием предыдущего опыта и рекомендательным характером, позволяющим индивидуально вырабатывать подбор заданий;

– спроектированная система поддержки принятия решений, отличающаяся от аналогов большей гибкостью подхода.

Подход спроектированной системы поддержки принятия решений в условиях неопределённости напоминает подход мягких экспертных систем. Это системы, которые сочетают

теорию нечётких систем, нейронные сети, вероятностные рассуждения и генетические алгоритмы. В таких системах **используются статистические данные** для извлечения знаний, которые интерпретируются как обучающие выборки для нечётких нейронных сетей; **знания** представляются в виде лингвистических переменных (функций принадлежности), нечётких продукций и обученных нейронных сетей. **Применение генетических алгоритмов** для редукции множества нечётких продукций, настройки функций принадлежности и базы правил; **Сочетание** шагов вывода по нечётким продукциям с шагами многокритериального выбора решения.

Библиографический список

1. Хуттер Ф., Коттхофф Л., Ваншорен Х. Введение в автоматизированное машинное обучение (AutoML) / пер. с англ. В. С. Яценкова. – М.: ДМК Пресс, 2023. – 256 с.: ил.
2. Н. Г. Ярушкина, А. М. Наместников. Мягкая экспертная система. Определение. Архитектура. Характеристики. Теоретические возможности и опыт разработки // Вестник Вестник УлГТУ,2000. № 3.

УДК 656.62

БУТЧЕНКО В.Н., КОРАБЛЕВ Е.Д., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

О ФУНКЦИОНАЛЕ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СЕТИ ПЛАВУЧИХ НАВИГАЦИОННЫХ ЗНАКОВ В ГРАНИЦАХ ВЫДЕЛЕННОГО РЕЧНОГО УЧАСТКА

Волжский государственный университет водного транспорта

Обеспечению экономической эффективности и безопасности пассажирских и грузовых перевозок на внутренних водных путях (ВВП) Российской Федерации уделяется постоянное внимание на всех уровнях управления судоходством.

Значительная часть аварийных происшествий на ВВП связана с посадками судов на мель [1]. Часть таких посадок происходит по причине некорректного расположения ограждающих судовой ход плавучих навигационных знаков (буёв) [2].

В свою очередь причинами данного обстоятельства в настоящее время является отсутствие на ВВП комплексных средств и технологий непрерывного мониторинга местоположения буев и локальных глубин в зоне их расположения, а также передачи такой информации в реальном времени в администрацию участка водного пути.

В контексте Концепции научно-технологического развития транспортного комплекса Российской Федерации на период до 2035 года в докладе рассматривается задача разработки интеллектуальной сети навигационных знаков в границах выделенного речного участка.

Такая телекоммуникационная сеть позволит осуществлять автоматическую обработку данных комбинированного мониторинга и раннего предупреждения чрезвычайных ситуаций на ВВП, предоставляя администрации участка отслеживать в актуальном режиме локацию каждого буя, параметры её отклонений от координат расположения буя, определенных на карте (лоции) речного участка.

Кроме этого, дополнительно устанавливаемые датчики на буях предоставляют возможность в режиме реального времени обеспечивать центр обработки данных речного участка и все находящиеся в районе суда актуальной информацией о метео- и геофизической обстановке на участке.

Необходимым функционалом для работы сети является комплекс измерения параметров навигационной, метео- и геофизической обстановки, её предобработки и передачи в администрацию районного участка для принятия в необходимых случаях соответствующих организационных и технических решений.

В целях обеспечения надежности телекоммуникационного функционала интеллектуальной сети навигационных знаков в условиях как неполного покрытия судоходных участков сотовой связью, так и переменных внешних факторов предлагается использование как GSM модулей, так и технологий ГЛОНАСС/GPS.

Библиографический список

1.РОСТРАНСНАДЗОР. URL:https://rostransnadzor.gov.ru/rostransnadzor/podrazdeleniya/sea/deyatelnost-podrazdeleniya/81 (дата обращения: 08.04.2017). – Текст: электронный.
2. ГОСТ26600-98. Знаки навигационные внутренних судоходных путей: межгосударственный стандарт Российской Федерации: дата введения 1998-12-11 / Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – Изд. официальное. – Минск: ИПК Изд. стандартов. 2002. – 37 с.

УДК 004.6

ГОРБЫЛЕВ С.Д., НАЖИМОВА Н. А.

АРХИТЕКТУРА И КОМПОНЕНТЫ ACTIVEDIRECTORY

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

ActiveDirectory (AD) является основным элементом инфраструктуры большинства корпоративных сетей, обеспечивая централизованное управление пользователями, компьютерами, группами и доступом к ресурсам. Эта технология позволяет организациям стандартизировать процессы идентификации, авторизации, администрирования и безопасности, что делает её фундаментальной для стабильной и безопасной работы всей информационной системы предприятия. Понимание архитектуры и компонентов ActiveDirectory критически важно для системных администраторов и специалистов по информационной безопасности, поскольку ошибки в проектировании или настройке AD могут привести к серьезным уязвимостям и угрозам безопасности.

Архитектура ActiveDirectory включает в себя несколько ключевых компонентов, каждый из которых играет определённую роль в структуре и функционировании системы. Основной логической единицей является домен, представляющий собой совокупность объектов (пользователей, устройств, ресурсов), объединённых общей базой данных. Управление доменом осуществляется через доменные контроллеры — серверы, отвечающие за аутентификацию, авторизацию и хранение каталога AD.

На более высоком уровне находятся древо и лес – структуры, объединяющие домены в иерархические группы и определяющие единую схему, глобальный каталог и доверительные отношения между доменами. В рамках леса все домены доверяют друг другу, что упрощает управление доступом в больших организациях. Глобальный каталог обеспечивает быстрый поиск объектов по всей структуре, а схема определяет, какие типы объектов могут существовать и какие атрибуты они могут иметь.

Другие важные компоненты включают организационные единицы (OUs) – контейнеры, упрощающие делегирование прав и применение групповых политик, политики групп (GroupPolicy) – механизм централизованного управления конфигурацией пользователей и компьютеров, а также контейнеры, которые помогают структурировать объекты без делегирования управления. Доверительные отношения (trusts) позволяют пользователям из одного домена или леса получать доступ к ресурсам другого, а репликация данных между контроллерами обеспечивает согласованность и отказоустойчивость.

Злоумышленники могут нацеливаться на конкретные элементы архитектуры – от получения доступа к учетной записи администратора до компрометации глобального каталога или использования доверительных отношений для перемещения между доменами. Поэтому

знание архитектуры ActiveDirectory — это не только вопрос эффективного администрирования, но и основа для построения прочной системы кибербезопасности.

1. ActiveDirectory Полное руководство - 2е изд. [Электронный ресурс]. URL: http://onreader.mdl.ru/MasteringActiveDirectory.2ed/content/index.html(Дата обращения: 25.04.2025).

УДК 004

ЕГОРОВ Ю.С.

О ПОДХОДЕ К ПОДДЕРЖКЕ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ КОНЦЕПТУАЛЬНОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Концептуальное проектирование является начальной стадией разработки программного обеспечения (ПО), когда принимаются решения относительно конфигурации функциональных возможностей (ФВ) информационной системы (ИС), ее базовых элементов и их назначения, а также специфических элементов, присущих исключительно интеллектуальным информационным системам (ИИС).

В рамках развиваемого подхода конфигурацию целевой ИИС предлагается определять на основе максимизации ожидаемой ценности (Value) ИИС, а конфигурацию прототипа ИИС – на основе максимизации ожидаемой полезности (Utility), которая представляет собой математическое ожидание

$$\overline{U} = M\{U_M + U_O\} = M\{U_M\} + M\{U_O\}$$

полезности прототипа. При определении ожидаемой полезности учитываются случайные полезности обязательных U_M и необязательных U_O ФВ. Искомая конфигурация ИИС для краткости нотации описана вектором

$$\mathbf{x} = \begin{bmatrix}\mathbf{x}_M \\ \mathbf{x}_O\end{bmatrix},$$

где $\mathbf{x}_M$ и $\mathbf{x}_O$ – составные векторы обязательных и необязательных компонент (ФВ) ИИС.

С учетом введенных обозначений постановка задачи оптимальной конфигурации может быть записана в виде

$$\overline{U}(\mathbf{x}) \rightarrow \max \qquad 1)$$

при наличии ограничений, на количество допустимых вариантов реализации (ВР) отдельных элементов

$$\sum_{m=1}^{M_k} x_{k,m} = 1\,, k \in C_M, \qquad 2)$$

$$\sum_{o=1}^{O_k} x_{k,o} \leq 1, k \in C_O, \qquad 3)$$

где C_M и C_O – множества индексов обязательных и опциональных ФВ соответственно. Ограничение (2) для основных элементов с несколькими ВР означает необходимость выбора одного из ВР. Ограничение (3) для дополнительных (опциональных) элментов означает, что можно выбрать не более одного из ВР, поскольку реализация опциональных элементов не является обязательной.

Применение предложенного подхода в процессе концептуального проектирования позволит ЛПР выбрать рациональную конфигурацию ИИС, будет способствовать увеличению ценности разрабатываемого ПО.

Библиографический список

1. 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.
2. Егоров, Ю.С. Поддержка принятия решений при концептуальном проектировании интеллектуальных информационных систем // Сборник материалов XXIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». − Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. С. 66-67.

УДК 004

ЕГОРОВА А.А., ЕГОРОВ Ю.С.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

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

Актуальность интеграции искусственного интеллекта (ИИ) с системами информационной безопасности (ИБ) обусловлена ростом сложности кибератак, увеличением объема данных и дефицитом квалифицированных специалистов. Традиционные методы, основанные на сигнатурном анализе и ручном мониторинге, не справляются с динамичными угрозами, такими как целевые атаки (APT), фишинговые кампании с использованием генеративного ИИ или эксплуатация уязвимостей в IoT-устройствах. Нейросетевые технологии и машинное обучение позволяют автоматизировать обнаружение аномалий, прогнозирование угроз и реагирование на инциденты в режиме реального времени.

Основой автоматизированных систем ИБ становятся алгоритмы глубокого обучения, обрабатывающие структурированные данные (логи сетевых устройств, метрики трафика) и неструктурированные источники (электронные письма, сообщения мессенджеров). Сверточные нейронные сети (CNN) применяются для анализа графиков сетевой активности, выявляя скрытые паттерны, характерные для DDoS-атак или сканирования портов. Методы NLP используются для классификации фишинговых писем, распознавая стилистические особенности, поддельные домены и эмоциональные манипуляции в тексте.

Важным аспектом является адаптивность систем на основе ИИ. Самообучающиеся модели постоянно обновляют свои параметры, учитывая новые тактики злоумышленников. Однако эффективность таких систем зависит от качества разметки данных и минимизации ложных срабатываний, для снижения числа которых применяются ансамбли моделей, где решение принимается на основе консенсуса нескольких алгоритмов, а также активное обучение с привлечением экспертов-аналитиков.

Перспективы развития связаны с внедрением автономных киберсистем, способных действовать без вмешательства человека, а также с применением генеративного ИИ для симуляции атак и тестирования защитных механизмов. Динамическая симуляция позволяет тестировать устойчивость инфраструктуры к сложным угрозам путем автоматической корректировки векторов атак на основе обратной связи от срабатывания средств защиты. Это не только ускоряет выявление скрытых уязвимостей, но и обучает системы ИИ распознавать аномалии в нестандартных ситуациях.

Автоматизация процесса обеспечения ИБ с использованием ИИ позволит сократить время реакции на киберинциденты с часов до секунд, а также минимизировать риски финансовых и репутационных потерь для организаций.

Библиографический список

1. Бекматов, А. К., Кутдусова Э. Р., Мукимов Ш. И., Давлатова Н. Н. Прогрессивные тенденции применения искусственного интеллекта в области информационной безопасности // Экономика и социум. – 2023. – № 6-1 (109). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/progressivnye-tendentsii-primeneniya-iskusstvennogo-intellekta-v-oblasti-informatsionnoy-bezopasnosti (дата обращения: 27.04.2025).
2. Володин, А.А., Глинская Е.В. Развитие и проблемы использования искусственного интеллекта в области информационной безопасности // Политехнический молодежный журнал. 2024. – № 2. URL: https://ptsj.ru/catalog/icec/insec/969.html (дата обращения: 27.04.2025).
3. Романов, Д.В., Карпов А.С. Применение методов машинного обучения для обнаружения угроз в информационных системах // Компьютерные инструменты в образовании. – 2020. – № 4 (13). С. 153–165.

УДК 004.891.2

КИСЕЛЕВ Н.Д., НАЖИМОВА Н.А.

ЭКСПЕРТНАЯ СИСТЕМА ПО ЗАЩИТЕ ОТ МОШЕННИЧЕСТВА В ТЕНДЕРАХ НА B2B ПЛОЩАДКАХ

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

Закупки на B2B площадках (businesstobusiness) в России являются важным аспектом функционирования экономики страны, но, как и в других направлениях торговли, главной проблемой является мошенничество. Чтобы обеспечить безопасность, данные платформы внедряют определенные меры по борьбе с данной угрозой, но тем не менее, существует уязвимость в контроле качества товаров, так как B2B площадки не несут ответственность за товар, что увеличивает риск финансовых потерь для организаций. В условиях больших объемов денежных операций необходимо разрабатывать новые подходы к защите от мошенничества, чтобы поддерживать доверие и безопасность в данной сфере. Поэтому была разработана экспертная система по защите от мошенничества в тендерах на B2B площадках.

Экспертные системы представляют собой одну из ключевых областей искусственного интеллекта, созданные с целью имитации процессов принятия решений, характерных для человеческих экспертов в определенной предметной области. Основная задача ЭС заключается в предоставлении пользователям возможности решения сложных задач, требующих специализированных знаний и технической экспертизы. Основные элементы, из которых состоит экспертная система, включают: базу знаний, базу данных, механизм вывода, интерфейс пользователя, модуль объяснения и модуль обоснования.

Разработанная экспертная система позволяет выявлять потенциального мошенника, основываясь на определенных критериях, а именно: цена, почтовый адрес, предоплата, коммуникация, документация, профессионализм, срок существования компании и охват требуемого ТМЦ. В конечном итоге данная экспертная система помогает исключать сомнительных поставщиков, выдавая на выходе только наиболее безопасные предложения.

На рисунке 1 представлена диаграмма критериев по модулям в экспертной системе, приводящей к конечному выбору наиболее честного поставщика.

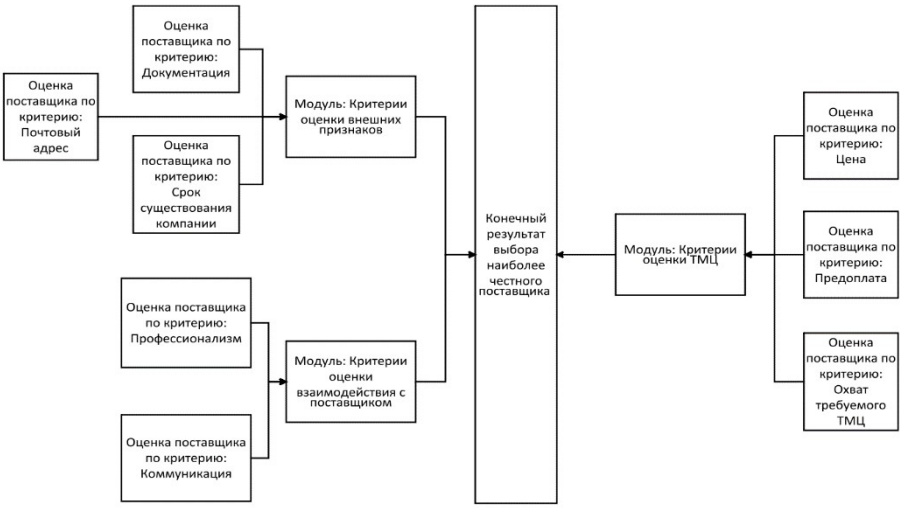


Рис 1. Диаграмма критериев по модулям в экспертной системе

Созданная экспертная система разработана в программе CLIPS. Данный выбор обусловлен широким спектром инструментов и функций, которые предоставляет данная программная среда и позволяет пользователям формировать логические правила и базы знаний. Данная экспертная система может служить эффективным инструментом для сохранности денежных средств множества коммерческих организаций.

УДК 004

КОЗЛОВА А. А., НАЖИМОВА Н. А.

МИКРОСЕРВИС ДЛЯ РЕГИСТРАЦИИ И АВТОРИЗАЦИИ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

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

Одним из распространённых и актуальных подходов к построению архитектуры программного обеспечения в веб разработке являются микросервисы [1]. Микросервисы представляют собой подход, при котором приложение разбивается на отдельные, независимые и взаимосвязанные части – сервисы. Каждый сервис отвечает за выполнение отдельного функционала и может разрабатываться, развёртываться и масштабироваться независимо от других компонент приложения. Микросервисный подход позволяет разделять нагрузку приложений, что позволяет уменьшать количество используемых ресурсов серверов, что обеспечивает высокую степень независимости и гибкости, позволяет легко адаптировать и масштабировать систему при росте нагрузки на сервисы.

В рамках разработки микросервисов актуальна реализация отдельного сервиса для регистрации и авторизации пользователей. Это позволит не только не выделять лишние ресурсы сервера на обеспечение работы компонента системы, но и гибко управлять процессами приложений, обеспечивать возможность масштабирования при росте числа пользователей и интеграции новых компонентов системы.

Для реализации данного микросервиса с использованием RESTful архитектуры был выбран язык программирования Python и асинхронный фреймворк для веб разработки серверной части приложений FastAPI [2]. Использование асинхронности в микросервисе является эффективным решением, это повышает производительность I/O операций и улучшает отзывчивость сервиса. Хранение данных пользователей обеспечивается с помощью реляционной СУБД PostgreSQL [3]. Она поддерживает асинхронные операции, обеспечивает высокую производительность и оптимальность выполнения запросов, поддерживает надёжность и согласованность данных, является расширяемой и гибкой. Для аутентификации используются

JWT токены [4]. Их использование упрощает взаимодействие представленного микросервиса с другими, обеспечивая при этом надёжную безопасность данных.

Разработанный микросервис может быть легко встроен в систему где необходимо вынести в отдельный компонент управление пользователями, их регистрацией и авторизацией, что улучшит её масштабируемость и расширяемость. Представленный микросервис позволяет достичь высокой производительности и отзывчивости на действие пользователей системы, что важно при большой нагрузке на сервис.

Библиографический список

1. Митра Ронни, Надареишвили Иракли «Микросервисы. От архитектуры до релиза», Питер, 2023 – 336 с.
2. Официальная документация к веб-фреймворку FastAPI [Электронный ресурс]. – URL:https://fastapi.tiangolo.com/
3. Официальная документация к СУБД PostgreSQL [Электронный ресурс]. – URL: https://www.postgresql.org/docs/
4. Официальная спецификация JWT Jones, M., Bradley, D., &Sakimura, N. JSON WebToken (JWT). RFC 7519, 2015 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.ietf.org/archive/id/draft-jones-json-web-token-00.html

УДК 004

КОНОВ Д.А., ФАДЕЕВ Р.С.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ В СЕТИ 2G МЕЖДУ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ЮНИТАМИ КОНТРОЛЛЕРА БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В XXI веке мобильная связь стала одним из ключевых элементов нашей повседневной жизни. Она имеет огромное значение и ценность для общества, бизнеса и государства. Мобильная связь используется для коммуникации между людьми через портативные устройства. Она позволяет пользователям обмениваться голосовыми и текстовыми сообщениями, а также передавать данные, включая аудио, видео и изображения. С каждым годом объем голосового и пакетного трафика увеличивается в несколько раз. Поэтому возникает необходимость в грамотном распределении нагрузки голосового и пакетного трафика между элементами системы в автоматическом режиме.

Контроллер одним из ключевых элементов сети сотовой связи. Он нужен для управления радиоресурсами на базовых станциях [1] и контроля соединения к голосовому и пакетному коммутатору. Схема сети сотовой связи 2G представлена на рис. 1.



Рис. 1. Обобщенная схема сети 2G

В работе необходимо разработать и оценить эффективность различных алгоритмом, которые позволят равномерно распределить нагрузку между основными компонентами контроллера базовых станций. А также требуется написать программу на языке программирования Python, которая автоматически будет подключаться к контроллеру, собирать необходимые данные и на основе разработанных алгоритмов формировать команды. Для обработки полученных данных с контроллера будет применятся метод парсинга данных.

Таким образом полученная программная реализация позволит грамотно распределять нагрузку на контроллере, что снизит вероятность отказа оборудования и предотвратит потерю связи и перегрузку сети.

1. Закиров З.Г., Надеев А.Ф., Файзуллин Р.Р. “Сотовая связь стандарта GSM”: Линк, 2012. - 226 с.

УДК 67.02

ПРОХОРОВ А.В., ВАСИЛЬЕВ Р.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОМУНИКАЦИИ В РАБОЧЕЙ СРЕДЕ: НАСКОЛЬКО УСТАРЕЛИ ТЕКУЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные корпоративные коммуникации требуют принципиально новых подходов. Устаревшие системы вроде Jabber или Vacuum демонстрируют критическое отставание по ключевым параметрам: скорости обработки сообщений, безопасности передачи данных и возможностям интеграции с бизнес-процессами. В этом контексте язык программирования Go становится технологическим «идеальным» для разработки корпоративного мессенджера нового поколения.

Go сочетает высокую производительность компилируемого языка с простотой разработки. Встроенная поддержка многопоточности через горутины позволяет обрабатывать до 50 тысяч сообщений в секунду на сервере средней мощности. Сравнительные тесты показывают, что мессенджеры на Go демонстрируют в 3-5 раз более высокую скорость отклика по сравнению с решениями на Python или Java.

Безопасность коммуникаций обеспечивается современными криптографическими протоколами. В отличие от устаревшего XMPP (основы Jabber), современные системы используют сквозное шифрование по стандарту SignalProtocol. Реализация на Go гарантирует отсутствие уязвимостей, характерных для интерпретируемых языков.

Интеграционные возможности Go-решений превосходят традиционные подходы. Прямое подключение к SAP IBP через REST API позволяет автоматизировать 80% рутинных коммуникационных процессов. В промышленной компании "ТехноПром" внедрение Go-мессенджера сократило время согласования производственных изменений с 4 часов до 15 минут за счет автоматической синхронизации с системой планирования.

ERP-системы нового поколения, такие как SAP IntegratedBusinessPlanning, требуют соответствующих коммуникационных инструментов. IBP обеспечивает прогнозирование спроса с точностью до 95%, но без оперативной коммуникационной инфраструктуры этот потенциал остается нереализованным. Совместное использование IBP и Go-мессенджера на машиностроительном предприятии позволило сократить цикл планирования на 40% за счет мгновенного оповещения ответственных сотрудников.

Переход на современные коммуникационные технологии перестал быть вопросом выбора - это необходимое условие конкурентоспособности. Компании, продолжающие использовать устаревшие решения, несут прямые финансовые потери из-за замедления бизнес-

процессов и роста эксплуатационных расходов. «Прогресс неизбежен, его прекращение означало бы гибель цивилизации» (А.Д. Сахаров).

Библиографический список

1. "TheGoProgrammingLanguage" (официальноеруководство) DonovanA., KernighanB. Addison-WesleyProfessional, 2015[Электронныйресурс]- https://go.dev/doc/(Датаобращения - 25.04.2025)
2. Информационный портал «Киберленинка» [Электронный ресурс].- https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-korporativnyh-messendzherov-rossiyskih-razrabotchikov/viewer(Дата обращения - 25.04.2025)

УДК 2964

САМАРИН А.Д.

БЛОКЧЕЙН И NFT: ТЕХНОЛОГИИ БУДУЩЕГО В ЦИФРОВОЙ ЭКОНОМИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Блокчейн и NFT (невзаимозаменяемые токены) представляют собой инновационные технологии, трансформирующие подход к владению и передаче цифровых активов [1]. Блокчейн обеспечивает децентрализацию, безопасность и прозрачность данных [2], а NFT — уникальность цифровых активов, подтверждаемую смарт-контрактами.

Ключевые аспекты:

1. **Блокчейн** — распределенный реестр, устойчивый к взломам благодаря криптографии и децентрализации [2].
2. **NFT** — уникальные токены, применяемые в искусстве, играх, музыке и других сферах для подтверждения прав собственности [3].

Применение NFT:

- **Искусство:** цифровые произведения продаются как NFT, обеспечивая авторам доход от перепродаж [3].
- **Игры:** внутриигровые предметы становятся уникальными активами, создавая новую экономику [4].
- **Музыка и медиа:** ограниченные выпуски альбомов и билетов в форме NFT [5].
- **Недвижимость и документы:** прозрачность и безопасность сделок [1].

Преимущества: прозрачность, безопасность, уникальность. **Недостатки:** экологическая нагрузка, волатильность, юридические вопросы [2].

Перспективы:

- Интеграция в традиционные отрасли (финансы, здравоохранение) [1].
- Развитие NFT 2.0 с динамическими функциями [3].
- Ужесточение регулирования и налоговой политики [5].

Блокчейн и NFT продолжают развиваться, открывая новые возможности для цифровой экономики и творчества.

Библиографический список

1. WhatisEthereum [Электронный ресурс]. URL: https://ethereum.org/ru/what-is-ethereum/
2. Самые популярные NFT коллекции [Электронный ресурс]. URL: https://www.gate.io/ru/blog/1018/The-Most-Popular-NFT-Collections
3. NFT в музыке, все что вам нужно знать [Электронный ресурс]. URL: https://emastered.com/ru/blog/nft-music

4. Как музыкальные NFT меняют музыкальную индустрию [Электронный ресурс]. URL: https://www.binance.com/ru/blog/nft/как-музыкальные-nft-меняют-музыкальную-индустрию-421499824684903380
5. 13 NFT News Sources and How To Access Them [Электронныйресурс]. URL: https://opensea.io/blog/articles/nft-news-sources-and-how-to-access-them

УДК 004

СМИРНОВ А.Н., ЕГОРОВ Ю.С.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ВИЗУАЛИЗАЦИИ ГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ В ДОПОЛНЕННОЙ РЕАЛЬНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность интеграции дополненной реальности (AR) и искусственного интеллекта (ИИ) обусловлена стремительным развитием иммерсивных технологий, востребованных в образовании, индустрии развлечений, ритейле, медицине и промышленности. Современные AR-решения сталкиваются с проблемами точного позиционирования объектов в изменяющейся среде, их реалистичного взаимодействия с физическим миром и обработки данных в режиме реального времени. ИИ, в частности нейросетевые алгоритмы, решает эти задачи через распознавание окружения, прогнозирование движений и адаптацию виртуального контента к контексту. Например, в музейных гидах AR-объекты могут «реагировать» на жесты посетителей, а в логистике — визуализировать перемещение грузов на складе, синхронизируясь с IoT-датчиками.

Технологической основой сервисов выступают комбинации компьютерного зрения, глубокого обучения и сенсорной интеграции. Нейронные сети обеспечивают семантическую сегментацию пространства, распознавая поверхности, объекты и их границы, что необходимо для корректного размещения виртуальных элементов. Алгоритмы SLAM (SimultaneousLocalizationandMapping) строят 3D-карты среды в реальном времени, учитывая динамические изменения, например, движение людей или транспорта.

Ключевым вызовом остается обеспечение стабильности и точности в неконтролируемых условиях. Для снижения задержек и минимизации зависаний при наложении AR объектов в режиме реального времени требуется комплексный подход, объединяющий оптимизацию алгоритмов, аппаратные улучшения и адаптацию контента. Во-первых, критически важна оптимизация нейросетевых моделей для задач компьютерного зрения, таких как семантическая сегментация и трекинг объектов. Использование облегченных архитектур (например, MobileNet, EfficientNet) или методов квантования весов позволяет снизить вычислительную нагрузку без значительной потери точности. Во-вторых, распределение вычислений между мобильными устройствами и облаком помогает сократить задержки, так, например, локальные процессоры (например, NPU в смартфонах) обрабатывают базовые задачи (трекинг, распознавание жестов), а ресурсоемкий рендеринг выполняется на серверах с последующей потоковой передачей данных.

Перспективы применения AR связаны с развитием метавселенных. Нейросетевые алгоритмы смогут генерировать персонифицированные AR-миры, где виртуальные объекты будут обучаться поведению пользователя, предугадывая его действия. Умные города получат AR-навигацию, адаптирующую маршруты в режиме реального времени на основе анализа потока людей и транспорта. Однако для массового внедрения потребуется преодолеть технологические барьеры, в т.ч. повышение точности пространственного трекинга, снижение задержек до 1-5 мс и создание энергоэффективных AR-устройств.

Библиографический список

1. Егоров, Ю.С., Санин М.А., Чупров Д.А. Применение технологий виртуальной и дополненной реальностей в киберспорте // Материалы XXIV Международной науч.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (ИСТ-2018). – Н. Новгород: НГТУ, 2018. С. 567-571.
2. Егоров, Ю.С., Васильева Л.А., Шибанова В.С. Разработка системы автоматического распознавания дактильных знаков с применением технологии дополненной реальности // Материалы XXVI Международной науч.-техн. конф. «Информационные системы и технологии» (ИСТ-2020). – Н. Новгород: НГТУ, 2020. С. 77-82.

УДК 004.056.2

СЫБАЧИН А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ КОНФИДЕНЦИАЛЬНОЙ ОПЕРАТИВНОЙ СВЯЗИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы оперативной связи, особенно в условиях высоких требований к информационной безопасности, должны обеспечивать надежную защиту конфиденциальности данных и целостности программной среды. Системы связи, такие как популярные VoIP-приложения, удобны и масштабируемы, но их архитектура не всегда соответствует требованиям работы с данными различной степени конфиденциальности. В связи с этим становится актуальным эффективное внедрение технологий системы конфиденциальной оперативной связи, обеспечивающих передачу по защищенной сети данных разного уровня конфиденциальности.

Для реализации такой системы мы осуществляем расширение существующей платформы — унифицированного комплекса средствавтоматизации оповещения и связи (УКС АОС) "НАБАТ". Данный комплекс представляет собой набор многоцелевых терминалов и оконечных устройств разного уровня сложности, а также модулей связи, сопряжения и вторичного электропитания. В качестве программной платформы используется российская операционная система специального назначения AstraLinuxSpecialEdition, которая обеспечивает выполнение требований по мандатной модели безопасности.

Ключевым элементом в разработке стала технология мандатного управления доступом (МРД), которая позволила чётко разграничить доступ к информации в соответствии с установленными уровнями конфиденциальности. Использование МРД обеспечило выполнение строгих требований к изоляции пользовательских процессов и контролю над потоками данных внутри системы. Дополнительно в системе были задействованы механизмы межпроцессного взаимодействия (IPC), реализованные в рамках мандатного контроля доступа. Это обеспечило передачу только разрешённой информации между процессами, исключив возможность утечки или несанкционированного обмена данными. За счёт такой комбинации МРД и контролируемого IPC удалось построить безопасную и гибкую систему конфиденциальной оперативной связи, способную эффективно функционировать в условиях различных уровней информационной критичности.

Перспективы развития включают оптимизацию производительности, упрощение администрирования мандатных атрибутов и интеграцию с другими протоколами связи.

Библиографический список

1. Основы безопасности операционной системы AstraLinuxSpecialEdition. Управление доступом / Под ред. сотрудников ГК «Астра». – Москва. – 256 с. Ссылка:

https://astra.ru/about/press-center/news/osnovy-bezopasnosti-operatsionnoy-sistemy-astra-linux-special-edition-upravlenie-dostupom-novoe-uche/
2. Мандатное управление доступом // Документация для разработчиков AstraLinux. Ссылка на ресурс: https://docs.astralinux.ru/latest/szi/szi/mac/

УДК 004

ТАБАКОВ И.В.

ПОДДЕРЖКА ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ ПРИ УПРАВЛЕНИИ МАЛЫМИ ГРУППАМИ АВТОНОМНЫХ УСТРОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные технологии активно развиваются в направлении автономности устройств, что особенно актуально для малых групп роботов, дронов или других автоматизированных систем. Управление такими группами требует эффективных методов поддержки принятия решений, обеспечивающих согласованность действий, адаптивность к изменяющимся условиям и минимизацию человеческого вмешательства.

Ключевой задачей является разработка алгоритмов, позволяющих устройствам самостоятельно анализировать окружающую среду, координировать действия и принимать решения на основе поступающих данных. Это включает методы распределённого управления, swarm-интеллекта, машинного обучения и оптимизации, которые позволяют группе действовать как «единый организм».

Важным аспектом является обеспечение устойчивости системы к внешним возмущениям и внутренним конфликтам. Для этого применяются подходы, основанные на теории игр, многоагентных системах и динамическом перераспределении ролей между устройствами, для сохранения работоспособности даже при выходе из строя отдельных элементов.

Ещё одним направлением является интеграция человеко-машинного взаимодействия, когда оператор задаёт лишь высокоуровневые цели, а детализация и исполнение делегируются автономной системе. Для этого необходима разработка интуитивных интерфейсов и механизмов объяснимого искусственного интеллекта (ИИ), чтобы человек мог понимать и при необходимости корректировать действия группы.

Перспективы развития связаны с внедрением когнитивных технологий, позволяющих устройствам обучаться в процессе работы, прогнозировать изменения среды и заранее адаптироваться к ним. Данные технологииоткрывают новые возможности для применения автономных групп в сложных и динамичных средах, таких как спасательные операции, логистика или мониторинг.

При внедрении автономных групп устройств возникает ряд этических и юридических вопросов, связанных с ответственностью за принимаемые решения. Для решения этих проблем необходима разработка нормативной базы, регулирующей использование автономных систем, а также внедрение механизмов аудита и прозрачности алгоритмов.

Внедрение автономных групп устройств требует значительных инвестиций в разработку, тестирование и инфраструктуру. Однако в долгосрочной перспективе такие системы способны значительно снизить эксплуатационные расходы за счёт уменьшения человеческого труда, оптимизации ресурсов и повышения точности выполнения задач.

Таким образом, поддержка принятия решений в управлении малыми группами автономных устройств – это междисциплинарная задача, требующая синтеза методов ИИ, робототехники и теории управления для создания эффективных, надёжных и адаптивных систем.

Библиографический список

1. Куприянов, А.И., Шилов В.В. Алгоритмы распределенного управления малыми группами мобильных роботов // Робототехника и техническая кибернетика. – 2023. – № 2(42). – С. 15-23.
2. Новиков, Д.А. Модели кооперативного поведения в многоагентных системах // Управление большими системами. – 2021. – № 84. – С. 110-125.

УДК 004

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

КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ ПРОТОТИПА 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 (ЭС) и физиологическое состояния(ФС) игрока при поддержании динамики развития событий[1].

Предложено [2] создание прототипа предиктивного игрового ИИ (ПИИИ), применение которого позволит получать данные о текущем и прогнозном психоэмоциональном состоянии игрока, что позволит воспринимать не только внутреннюю, но и внешнюю среду.

Концептуальная модель ПИИИ, описывающая существенные параметры и переменные величины, связи между ними, входы и выходы, и позволяющая выявить возможные состояния объекта представлена на рис. 1.

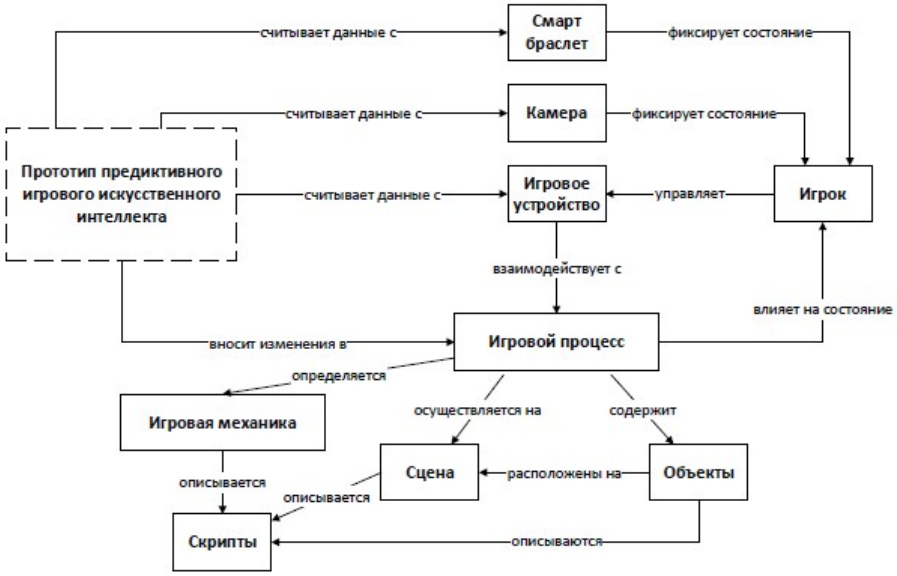


Рис. 1. Концептуальная модель ПИИИ

Игрок в процессе игры управляется игровым устройством (клавиши, мышь и т.д.), тем самым взаимодействуя с игровым процессом. Игровой процесс определяется игровыми механиками, осуществляется на сцене и содержит объекты. Все объекты, сцена и игровые механики описываются скриптами.

ПИИИ считывает данные со смарт браслета и камеры, фиксирующих ЭС и ФС игрока, и с игрового устройства, управляемого самим игроком. На основе этих данных ПИИИ

принимает решение и вносит изменения в игровой процесс, которые впоследствии могут повлиять на психоэмоциональное состояние игрока.

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

Библиографический список

1. Чекушева (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.
2. Чекушева (Кербенева), А.Ю., Егоров Ю.С., Прихунов А.С., Чупров Д.А. Прототип предиктивного игрового искусственного интеллекта, учитывающего психоэмоциональное состояние игрока // Материалы XVII Всероссийской научной конференции «Нейрокомпьютеры и их применение». – М: МГППУ, 2019. С. 161-162.

УДК 004.5

ШИРЯЕВ А.И., НАЖИМОВА Н.А.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО МЕЖСЕТЕВОГО ЭКРАНА С ПОЛЬЗОВАТЕЛЬСКИМИ ИНТЕРФЕЙСАМИ

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

Ключевым аспектом коммуникации пользователей и системы управления является синхронизация действий администраторов, одновременно использующих разные учётные записи.

Командная строка (CLI) остается наиболее востребованным инструментом в арсенале системного администратора, используясь в 60-70% повседневных задач. Такая популярность обусловлена несколькими ключевыми факторами. Во-первых, CLI предоставляет непревзойденную скорость выполнения операций. Во-вторых, командная строка идеально подходит для автоматизации - написанные на Bash или Python скрипты позволяют массово применять изменения на множестве серверов одновременно. В-третьих, CLI незаменим при работе в условиях ограниченной сети, когда доступ возможен только через SSH-соединение.

Для работы пользователя в CLI требуется ограничить его доступ к системе с помощью RestrictedShell — режима работы, который ограничивает пользователя для повышения безопасности.

Графические веб-интерфейсы находят применение примерно в 20-30% рабочих задач системного администратора. Их основная сила заключается в наглядном представлении сложных данных. Однако по гибкости и возможностям автоматизации графические интерфейсы существенно уступают командной строке, что ограничивает сферу их применения.

Выбор между CLI и UI зависит от нескольких ключевых факторов. Прежде всего - от типа решаемой задачи: командная строка идеальна для рутинных операций и массовых изменений, тогда как графический интерфейс лучше подходит для визуального контроля и анализа. Второй важный фактор - уровень опыта администратора: новички часто начинают с GUI, но по мере накопления опыта неизбежно переходят на CLI как более мощный и эффективный инструмент. На практике наиболее продуктивным оказывается гибридный подход, когда администратор умело сочетает оба типа интерфейсов, используя каждый там, где он дает максимальное преимущество.

Новым вариантом управления является прямой доступ к API через заготовленные шаблоны запросов к системе управления. Данный подход упрощает работу с рутинными задачами, не требует входа в CLI или UI и имеет прямой и самый быстрый доступ к СУ. От-

крытое API даёт возможность максимально персонифицировать управление многофункциональным межсетевым экраном вплоть до применения в стороннем веб-интерфейсе или в заготовленных bash-скриптах. Однако, доступность API создаёт риск несанкционированного доступа.

Для ограничения доступа для не вошедших пользователей и организации ролевой модели используется JSON WebToken, хранящий данные о текущем пользователе.

Безопасность работы через веб-интерфейс обычно обеспечивается протоколами TLS для проверки клиентом подлинности сервера и mTLS для обоюдной аутентификации с помощью SSL-сертификатов. TLS не защищает сервер от неавторизированного доступа, а mTLS в ряде случаев только усложнит доступ администраторов к системе.

Новым же подходом является вариативное использование протокола передачи данных, позволяющего администратору самому выбирать между TLS, mTLS или простым HTTP, не применяющим шифрование.Гибкий выбор протоколов передачи позволяет адаптировать безопасность и производительность под конкретные задачи.

УДК 004

ЯХОНТОВА Я.В., ЕГОРОВ Ю.С.

АЛГОРИТМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ КОЛЛЕКТИВНЫХ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ОБЩЕСТВЕННО-ЗНАЧИМЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность разработки информационных систем для планирования и управления общественно-значимымимероприятиями связана с необходимостью повышения вовлеченности обучающихся в университетскую жизнь, формирования комфортной социальной среды и оптимизации ресурсов организаторов. Традиционные методы организации мероприятий зачастую не учитывают в полной мере разнообразие интересов, культурных особенностей и предпочтения студентов, что снижает удовлетворенность участников мероприятия и затрудняет достижение поставленных организаторами целей проведения мероприятия.

Предлагается следующий алгоритм поддержки принятия коллективных решений при совершенствовании общественно-значимых мероприятий, включающий:

Этап 1. Формирование предложений участниками мероприятия.

Этап 2. Группировка предложений участников мероприятия.

Этап 3. Оценивание сгруппированных предложений экспертами.

Этап 4. Обработка экспертных оценок.

Этап 5. Ранжирование и отбор гипотез для совершенствования мероприятия.

Создание сервиса, реализующего указанный алгоритм, обеспечит возможность поддержки принятия коллективных решения для совершенствования общественно-значимых мероприятий. При создании сервиса применяются методы экспертных оценок и поддержки принятия решений, а также отдельные методы искусственного интеллекта. В частности, методы обработки естественного языка применяются для группировки (кластеризации) содержательно близких отзывов участников мероприятий. Дополнительные возможности появляются при определении эмоциональной окраски текста. Для модератора сервиса предусматривается возможность задавать тематические классы отзывов (замечания, предложения). По мере обработки отзывов могут вносится дополнительные тематические классы [1]. Определение классов с учетом направленности мероприятий позволит совершенствовать форму, этапы и отдельные аспекты (ведущий, музыкальное сопровождение, место и т.п.) проведения мероприятий.

Целенаправленное управление проведением мероприятий, основанное на применении обратной связи от участников, будет способствовать росту посещаемости мероприятий (по

предварительным оценкам на 30–50%), увеличению уровня удовлетворенности участников и достижению целей мероприятий при возможном снижении затрат на их проведение. Например, система, интегрированная с календарем университета, может предлагать мероприятия с учетом академической нагрузки, избегая накладок с контрольными датами. Дальнейшее развитие сервиса может быть нацелено на обеспечение адаптивности по отношению к изменяющимся потребностям пользователей и новым технологическим возможностям, тренды (например, переход от офлайн-квестов к гибридным форматам).

Перспективы развития связаны с интеграцией сервиса в общевузовские цифровые платформы, такие как LMS-системы или мобильные приложения для студентов, что позволит объединить данные об академической успеваемости, внеучебной активности и формируемом мировоззрении обучающихся, включая аспекты патриотического воспитания.

1. Яхонтова Я.В., Милов В.Р., Егоров Ю.С. Интеллектуальный сервис на основе нейросетевого анализа предпочтений при выборе цифрового контента и мероприятий патриотической направленности// Сборник материалов XXIII Всероссийской молодежной научно-технической конференции «Будущее технической науки». − Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. С. 78-79.

Подсекция 1.4

Информационные технологии

УДК 004.432.5

АКИМКИН А.А., КОРЕЛИН О.Н.

ПРОГРАММИРОВАНИЕ SOCZYNQ ЧЕРЕЗ PYNQ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Платформа Zynq [1] от компании Xilinx (ныне AMD) представляет собой уникальное сочетание процессорной системы (ARM Cortex) и программируемой логики (FPGA) в одном кристалле. Благодаря такой гибридной архитектуре, Zynq обеспечивает не только высокую производительность, но и исключительную гибкость при проектировании вычислительных систем. Это делает платформу особенно востребованной в таких областях, как обработка сигналов в реальном времени, компьютерное зрение и, что особенно важно, в системах искусственного интеллекта.

Ключевое преимущество Zynq заключается в возможности оптимального распределения задач между процессорной и программируемой частями: ресурсоемкие алгоритмы, включая нейросетевые вычисления, эффективно ускоряются на FPGA, в то время как управляющие функции и обработка данных выполняются процессорными ядрами. Такой подход позволяет создавать энергоэффективные встраиваемые системы ИИ с минимальными задержками, что критически важно для современных приложений интернета вещей, автономных устройств и промышленной автоматизации.

Переход к высокоуровневым языкам программирования для работы с FPGA стал возможен благодаря платформе PYNQ (PythonProductivityforZynq)[2]. Эта открытая среда разработки упрощает взаимодействие с программируемой логикой, позволяя использовать Python вместо традиционных HDL-языков. PYNQ предоставляет высокоуровневые API для работы с аппаратными ресурсами через AXI-шину, систему прерываний и DMA-контроллеры. Интеграция с популярными Python-библиотеками, такими как NumPy и OpenCV, значительно ускоряет разработку сложных систем. Поддержка JupyterNotebook обеспечивает интерактивную среду для прототипирования и отладки, делая PYNQ удобным инструментом для исследователей и инженеров в области ИИ и обработки больших данных.

Актуальным направлением развития экосистемы PYNQ является расширение списка поддерживаемых аппаратных платформ. В настоящее время ведется активная работа по адаптации среды разработки для различных вычислительных платформ, включая Edgeboard AI BOX от компании Baidu. Эта плата, ориентированная на задачи искусственного интеллекта, представляет особый интерес благодаря своей производительности и энергоэффективности.

Успешная интеграция PYNQ с Edgeboard AI BOX[3] откроет новые возможности для разработчиков, позволяя использовать преимущества Python-программирования FPGA в еще более широком спектре встраиваемых решений для ИИ. Такая адаптация особенно востребована в приложениях компьютерного зрения, автономных системах и edge-вычислениях, где сочетание высокой производительности и простоты разработки играет ключевую роль.

Библиографический список

1. AMD. Zynq-7000 SoC Technical Reference Manual // Документация Zynq, 2023.
2. Xilinx. PYNQ: Python Productivity for Zynq // Документация PYNQ, 2023.

3. AMD. Zynq UltraScale+ MPSoC Technical Reference Manual // Документация Zynq UltraScale+, 2023.

УДК 004.9

БАШКАЕВА М.Д., ФИЛИНСКИХ А.Д.

НОСИМЫЕ УСТРОЙСТВА: ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Носимые устройства, такие как смарт-часы и фитнес-трекеры, стали неотъемлемой частью мониторинга здоровья, но их надежность ограничивается техническими сложностями и этическими проблемами. Неточность данных — ключевой вызов: 30% измерений физической активности содержат артефакты из-за движения пользователя, а сбои Bluetooth-соединения в городских условиях приводят к потере 15% данных [1]. Сенсоры SpO_2 в умных часах демонстрируют отклонения до 5% при температуре ниже −10°C, что подтверждено исследованием для холодных регионов [2]. Ложные срабатывания ЭКГ, как в AppleWatchSeries 6, увеличили обращения к кардиологам на 20%, хотя 80% случаев оказались ошибочными [3].

Проблема усугубляется непрозрачностью алгоритмов, которые остаются «черными ящиками». Например, обновление ПО для SamsungGalaxyWatch 4 изменило метод расчета «стресс-индекса», нарушив согласованность данных [4]. Внедрение открытых стандартов, таких как PMML, могло бы повысить прозрачность моделей машинного обучения, но требует увеличения вычислительных ресурсов, сокращая автономность устройств [5].

Ответственность за ошибки остается размытой. Производители редко раскрывают метаданные (версии ПО, условия калибровки), а в России отсутствует четкое регулирование. В ЕС MedicalDeviceRegulation классифицирует устройства по уровню риска (I–III), требуя клинических испытаний для медицинских функций [6]. Например, функция ЭКГ в AppleWatch проходит сертификацию как устройство класса II [6].

Несовместимость данных между брендами — еще один барьер. Подсчет шагов в Fitbit и Xiaomi различается на 10–15% из-за алгоритмических различий [7]. Стандарты FAIR и FHIR предлагают решение через универсальные API, но в России их внедрение тормозится из-за различий в требованиях Минздрава.

Для повышения надежности необходимы:

1. Динамическая коррекция данных с использованием ML-моделей, учитывающих внешние факторы [2].
2. Стандартизация алгоритмов через отраслевые консорциумы (IEEE P2413) [8].
3. Развитие нормативной базы, включая сертификацию и этические нормы [9].

Пример успешной интеграции – проект IQ-Beat, где «умные» футболки сократили госпитализации пациентов с сердечной недостаточностью на 30% [10].

Таким образом, носимые устройства обладают потенциалом стать надежными медицинскими инструментами, но требуют устранения технических и регуляторных барьеров через открытость, стандартизацию и регулирование.

Библиографический список

1. Benson T., Smith R., Johnson L. Data Loss in Wearables // Journal of Medical Internet Research. 2021. Vol. 23, no. 4. P. e25678. DOI: 10.2196/25678.
2. Гусев, А.А. Методы повышения точности данных носимых устройств // Информационные технологии. 2021. № 5. С. 45–52.
3. Turakhia M.P., Desai M., Harrington R.A. False Positives in ECG Detection by Smartwatches // Circulation. 2022. Vol. 145, no. 10. P. 789–795. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.121.058119.

4. Samsung Developers. Algorithm Updates for Wearables. 2023. URL: https://developer.samsung.com (дата обращения: 24.04.2025).
5. PMML Standards Group. Predictive Model Markup Language (PMML) – Model Transparency Specifications. 2022. URL: http://dmg.org/pmml (дата обращения: 24.04.2025).
6. Regulation (EU) 2021/XXX of the European Parliament and of the Council on Medical Devices. Official Journal of the European Union. 2021. L 123/45.
7. Fitbit vs Xiaomi: Accuracy Comparison in Step Counting // Wearables Tech Review. 2022. Vol. 8, no. 3. P. 12–18.
8. IEEE Standard for IoT Architectures and Interoperability (IEEE Std P2413-2020). 2020.
9. Эльгайтарова Н.Т., Чотчаева Р.М. Этические аспекты цифровизации: вызовы и решения // Тенденции развития науки и образования. 2024. № 116-8. С. 127–134. URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=79719972 (дата обращения: 24.04.2025).
10. IQ-Beat Project: Smart ECG Shirts for Heart Failure Monitoring // Journal of Medical Engineering. 2023. Vol. 15, no. 2. P. 34–41. DOI: 10.1016/j.jme.2023.02.005.

УДК 004.042

БИБИКОВ А.А.

ОБРАБОТКА ЗВУКОВЫХ СИГНАЛОВ НА ОДНОПЛАТНОМ КОМПЬЮТЕРЕ RASPBERRYPI С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АЛГОРИТМОВ MATLAB

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В работе предложен алгоритм обработки аудиосигналов посредством языка программирования MATLABSimulink, с кодом, выполняемым на платформе одноплатного компьютера RaspberryPi. Главной задачей данного алгоритма является обработка цифровых аудио сигналов.

MATLABSimulink – это составной компонент ПО MATLAB, позволяющий создавать модели при помощи графического интерфейса, блоки которого преобразуются в код на языке C.

Оптимизация вычислительных процессов для работы на RaspberryPi включает использование встроенных функций MATLAB Simulink. Кроме того, MATLAB Simulink поддерживает интеграцию с различными периферийными устройствами (внешние аудиокарты и аналого-цифровые преобразователи), что расширяет возможности применения разработанных алгоритмов.

Тестирование системы будет осуществлено как на предварительно записанных аудио файлах, так и сигналах, транслируемых в реальном времени. Существует возможность проведения качественного анализа сигналов с целью выявления их качественных характеристик.

В данный момент проводится работа над моделью цифровой обработки аудио сигналов через MATLABSimulink. В модели используются аудио-блоки пакета поддержки RaspberryPi, который поддерживает механизм ALSA (AdvancedLinuxSoundArchitecture), являющийся стандартом для работы с аудио устройствами на операционных системах на базе Linux. В данной модели входящий сигнал захватывается с помощью звуковой карты, представляющей собой USB-“свисток”. Звуковая карта оборудована 16-битными АЦП и ЦАП, сигнал фильтруется методом ФНЧ (фильтр нижних частот), и затем на вывод даются графики амплитуды нефильтрованного и фильтрованного сигнала. Код данной модели выполняется напрямую на платформе RaspberryPi, что подтверждает её пригодность для задач, связанных с цифровой обработкой аудио.

Для отладки алгоритма рассматривался простейший вариант, когда фильтруемые частоты расположены далеко друг от друга (напр. ФНЧ с частотой среза 500 Гц обязательно должен фильтровать частоту 1000 Гц).

В последующем планируется проведение работ для проектирования более сложных цифровых фильтров.

Потенциальные приложения данной технологии включает создание портативных и бортовых устройств для создания комплексных автоматизированных решений. Такие решения могут быть использованы в различных областях в сфере общественных служб и безопасности. Например, в системах безопасности обработка голоса позволяет идентифицировать говорящего и послужить методом аутентификации для получения доступа в здании.

Библиографический список

1. Цифровая обработка сигналов – Электронный ресурс // URL: https://exponenta.ru/news/cifrovaya-obrabotka-signalov // (дата обращения: 28.02.2025)
2. Raspberry Pi Support from MATLAB and Simulink // URL: https://www.mathworks.com/hardware-support/raspberry-pi.html // (датаобращения: 28.02.2025)

УДК 004.415

ГУСЕВ Д.С., ВАЛЯЕВ А.В., ЛЮДКЕВИЧ М.П.

О РАЗРАБОТКЕ СИМУЛЯТОРА-ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ЮРИДИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В СФЕРЕ ВОДНОГО ТРАНСПОРТА

Волжский государственный университет водного транспорта

Работа посвящена исследованию и разработке симулятора-тренажера для обучения студентов юридических специальностей в сфере водного транспорта.

Разрабатываемый симулятор представляет собой многоуровневую обучающую систему, где сцены и окружение создаются в программном комплексе «Blender», а логика взаимодействия и сценарии реализуются в многоуровневую обучаю среде разработки «Unity». Каждый уровень представляет собой этапный тренинг, который постепенно усложняется и направлен на поэтапное обучение студентов правильным действиям при проведении осмотра места преступления на водном транспорте.

Исходными данными для формирования сцены являются параметры судна, характер происшествия, условия окружающей среды, а также список объектов, подлежащих осмотру и фиксации. В процессе работы на каждом уровне студенту предоставляется конкретный сценарий, который включает, например, описание места происшествия, список подозрительных объектов и обязательных действий при осмотре.

Для разработки симулятора используются передовые информационные технологии, направленные на создание гибких и масштабируемых программных решений. Для обеспечения высокой производительности и надежности системы используются средства для мониторинга и анализа действий студентов.

Архитектура симулятора включает в себя следующие основные модули:

– модуль создания виртуальной сцены происшествия;

– модуль интерактивного взаимодействия студента с элементами сцены;

– модуль интерактивного обучения и сопровождения.

Архитектурный подход позволяет интегрировать различные внешние компоненты и адаптировать систему под изменяющиеся требования, обеспечивая масштабируемость и возможность дальнейшего улучшения.

В симуляторе основной акцент сделан на обучении студентов правильной последовательности действий при осмотре места происшествия без применения формальной системы оценки ошибок. Вместо использования критериев и балльной системы студент на каждом этапе получает пошаговые подсказки и рекомендации, направленные на формирование пра-

вильных практических навыков. Подобный подход, включающий интерактивные элементы и рекомендации в процессе обучения, подтверждается в современных исследованиях в области разработки тренажеров и симуляторов для подготовки специалистов [1].

Таким образом, симулятор служит инструментом формирования у студентов устойчивых практических навыков, необходимых для эффективного и грамотного проведения осмотра места преступления на водном транспорте.

1. Дудырев, Ф. Ф. Симуляторы и тренажеры в профессиональном образовании: педагогические и технологические аспекты / Дудырев Ф. Ф. Максименкова О. В. // Вопросы образования. 2020. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/simulyatory-i-trenazhery-v-professionalnom-obrazovanii-pedagogicheskie-i-tehnologicheskie-aspekty (дата обращения: 28.03.2025).

УДК 004.432

ДУДНИКОВ Д О., ОГУРЦОВ Н. А.

РАЗРАБОТКА СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АНАЛИЗА МИКРОСТРУКТУРЫ МЕТАЛЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание специализированного программного обеспечения играет ключевую роль в автоматизации исследования микроструктуры металлов. Для повышения точности подсчёта зерен, обнаружения примесей и ускорения обработки микрофотографий необходим инструмент, сочетающий передовые методы цифровой обработки изображений.

Прототип, разработанный на Python с использованием библиотек OpenCV, NumPy и Scikit-Image, позволяет внедрять адаптивные алгоритмы машинного обучения, что значительно улучшает точность анализа. Эти инструменты эффективно выполняют задачи предварительной обработки, сегментации и количественной оценки структурных элементов.

Этапы работы программы:

1) импорт изображения в систему;
2) предварительная обработка для улучшения качества данных;
3) выделение границ и контуров структурных элементов с помощью алгоритмов обработки изображений.;
4) сегментация с разделением отдельных зерен металла;
5) анализ параметров (размер, форма и др.) для каждого зерна.

Особое внимание уделено функции автоматического определения масштабной линии на микрофотографиях, что позволяет точно вычислить размер пикселя и, соответственно, реальные размеры зерен. Это существенно повышает достоверность анализа микроструктуры.

Разработанное ПО является важным шагом в создании комплексной системы анализа микроструктуры металлов. Оно решает ключевую задачу автоматической обработки изображений. ПО обеспечивает точную сегментацию и выделение структурных элементов, формируя качественные данные для обучения нейросетевых моделей.

В будущем система будет расширена за счёт:

1) нейросетевых модулей,
2) специализированных функций для работы с аддитивными технологиями.

Это позволит: полностью автоматизировать анализ микроструктур, повысить точность и адаптивность системы, расширить применение в материаловедении и цифровом производстве.

Такие усовершенствования преобразуют текущий инструмент в интеллектуальную систему, способную решать сложные научные и промышленные задачи в металлургии с минимальным вмешательством пользователя.

Библиографический список

1. Д.О. Дудников, Н.А. Огурцов, А.Ю. Панов. Разработка программы для ЭВМ, предназначенной для экспериментальных исследований микроструктуры металлических материалов // Инженерный вестник Дона, 2024. №1 URL: ivdon.ru/uploads/article/pdf/IVD_5__1y24_dudnikov_ogurtsov_panov.pdf_01d1a0a1f8.pdf
2. Огурцов, Н.А., Дудников Д.О. Разработка системы обработки данных микроструктуры металлических материалов // Цифровые технологии в современной молодежной науке / Материалы VIII Всероссийской научной студенческой конференции НИУ ВШЭ – Нижний Новгород, 17-18 апреля 2024 года / Под ред. Е.А. Сергеевой. – Н. Новгород: НИУ ВШЭ – Нижний Новгород, 2024. 60 ст.

УДК 65.011.56

ЗЕЛЕНКОВ С.А., ВИШНЕВСКИЙ А.В.

АНАЛИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ, ЭТИЧЕСКИХ, ПРАВОВЫХ ВЫЗОВОВ ПРИ СОЗДАНИИ БЕСПИЛОТНОГО АВТОТРАНСПОРТА: РОЛЬ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие беспилотного автотранспорта представляет собой один из самых значительных технологических прорывов XXI века. Несмотря на технический прогресс в данной сфере возникают многочисленные технические, правовые и этические вызовы, которые требуют оперативного и системного ответа со стороны как научного сообщества, так и государственных регуляторов.

Одна из главных проблем – юридическая ответственность за действия автономного транспортного средства (АТС) при дорожно-транспортных происшествиях (ДТП). Если управляет не человек, а искусственный интеллект (ИИ), встаёт вопрос: кто несёт ответственность – владелец, разработчик или производитель? Пока в большинстве стран отсутствует чёткая нормативно-правовая база, что создаёт правовую неопределённость и тормозит развитие технологии [2].

Не менее остро стоит и этическая сторона вопроса. Алгоритмы, управляющие беспилотным транспортом, могут попадать в ситуации, требующие морального выбора – например, при возникновении аварийной ситуации с неизбежными жертвами. Как должен поступить ИИ, если необходимо выбирать между жизнью пассажира и пешехода? Кто и на каком основании может принимать такие решения при программировании алгоритмов поведения? Эти вопросы касаются глубинных этических принципов и вызывают активные дебаты среди инженеров, юристов и представителей общественности. Специалисты, занимающиеся разработкой программного обеспечения для беспилотных систем, фактически вынуждены заранее программировать алгоритмы на принятие решений в потенциально трагических ситуациях – например, при столкновении, где избежать жертв невозможно.

Развитие беспилотного автотранспорта сопряжено с рядом технических вызовов, связанных с программированием и применением ИИ. Современные интеллектуальные информационные системы (ИИС) часто работают как «чёрный ящик». Алгоритмы могут быть недостаточно устойчивы к нестандартным дорожным ситуациям, а сенсоры – давать сбои в условиях плохой видимости или при высокой плотности движения. Дополнительную сложность представляют модули принятия решений, которым

важно учитывать не только безопасность и правила дорожного движения, но и моральные дилеммы. Кроме того, беспилотные автомобили уязвимы к кибератакам, что требует особого внимания к вопросам кибербезопасности и защиты данных [1].

Одним из возможных путей преодоления этических и технических вызовов является разработка интерпретируемых моделей ИИ с открытым модулем принятия решений. Вместо использования «чёрного ящика», алгоритмы могут основываться на знаниях и опыте предыдущих ситуаций, используя методы обучения на реальных инцидентах. Такой подход позволит ИИ не только объяснять свои решения, но и значительно снизить вероятность ДТП, заранее моделируя и исключая опасные сценарии. В случае возникновения нестандартной ситуации система будет адаптироваться в реальном времени, учитывая заранее прописанные правила безопасности и принципы защиты участников дорожного движения.

Библиографический список

1. Каплина, С. Е. Искусственный интеллект в беспилотном управлении автотранспортными средствами: его методы и проблемы / С. Е. Каплина, М. М. Балабаев. – Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2023. – № 19 (466). – С. 13-15.

2. Мустафин Т. А. Интеллектуальный автопилот: технологии, проблемы и перспективы развития в автомобильном секторе // Актуальные исследования. 2024. №4 (186). Ч.I. С. 32-34. URL: https://apni.ru/article/8259-intellektualnij-avtopilot-tekhnologii-problem

УДК 004.9

КНЯЗЕВА Д.А., ВАЛЯЕВ А.В.

О РАЗРАБОТКЕ ПРОТОТИПА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ПОДДЕРЖКИ ИНТЕРФЕЙСА SWD

Волжский государственный университет водного транспорта

Программирование и отладка микроконтроллеров, как правило, осуществляется при помощи внешних программаторов, что является недостаточно практичным и удобным в использовании. Возникают различные риски, например, утечка данных, некорректное подключение, проблемы совместимости. Развитие современных программаторов сопряжено с увеличением потенциальных уязвимостей [1]. Также использование внешних устройств значительно усложняет аппаратную часть, что является существенным фактором при разработке новых устройств. Предпочтительным выбором для современных систем становится использование отладочных интерфейсов. SWD интерфейс, как один из наиболее современных интерфейсов, вызывает особое внимание благодаря ряду преимуществ: эффективность и простота работы с микроконтроллером, двух-контактное подключение, возможность высокоскоростной передачи данных.

SWD интерфейс разработан компанией ARM и основан на архитектуре отладки ARM CoreSight, позволяет читать и записывать регистры чипа через пакеты данных.

Блоки защиты памяти в микроконтроллерах предотвращают несанкционированный доступ или вмешательство. Используя безопасные механизмы управления ключами, обеспечивается конфиденциальность и целостность данных во время передачи по SWD. Постоянный мониторинг и аудит регистров с использованием интерфейса SWD могут помочь в обнаружении и предотвращении потенциальных атак.

В работе рассматривается появление SWD интерфейса, основные причины его использования, структура и основные принципы взаимодействия через него с микроконтроллером. Данная тема актуальна для любых проектов, где важны скорость,

безопасность и минимизация аппаратной части. Для функционирования разрабатывается прототип программного обеспечения, планируется его экспериментальная проверка.

Работа выполняется с использованием микроконтроллера STM32 [2], разработанного компанией STMicroelectronics на базе ядер ARM Cortex-M. Данный микроконтроллер выбран за его доступность и распространенность, а также за относительно небольшой объем памяти.

В качестве управляющего устройства выбран достаточно бюджетный одноплатный компьютер RaspberryPi 4, обладающий открытыми, простыми и удобными выводами, которые можно использовать для прямого подключения к микроконтроллеру и возможности взаимодействия исключительно по SWD интерфейсу.

Библиографический список

1. Fraunhofer Institute for Applied and Integrated Security (AISEC). A Study on Hardware Attacks against Microcontrollers [Электронныйресурс]. – 2021. – URL: https://www.aisec.fraunhofer.de/content/dam/aisec/Dokumente/Publikationen/Studien_TechReports/englisch/Study-on-Hardware-Attacks-against-Microcontrollers.pdf (датаобращения: 08.04.2025).

2. STMicroelectronics. Reference manual: STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, STM32F105xx and STM32F107xx advanced Arm-based 32-bit MCUs [Электронныйресурс]. – 2021. – URL: https://www.st.com/resource/en/reference_manual/rm0008-stm32f101xx-stm32f102xx-stm32f103xx-stm32f105xx-and-stm32f107xx-advanced-armbased-32bit-mcus-stmicroelectronics.pdf (датаобращения: 09.04.2025).

УДК 004

КРАСНОКУТСКИЙ И.И., КРАСНОКУТСКИЙ А.И.

ПЕРСПЕКТИВЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ В МАШИНОСТРОЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ НЕЙРОСЕТЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день процесс проектирования заключается в использовании CAD-систем[1-5]: инженер собирает 3D модель изделия из библиотечных элементов и оригинальных деталей (которые разрабатываются по мере необходимости), анализирует эту модель проводя необходимые расчеты и проверяя работоспособность. CAD- системы позволяют хранить и манипулировать 3D геометрией деталей и узлов разрабатываемого механизма, анализировать их взаимодействие, проводить силовые и прочностные расчеты, моделировать кинематику проектируемых механизмов, размерные цепочки в расчетах на точность и т.д.Таким образом CAD- система осуществляет функции:

- предоставление инженеру инструментария создания 3D моделей проектируемого устройства;
- хранение 3D геометрии и управление доступом к ней, в том числе и в режиме параллельного проектирования – когда несколько инженеров одновременно разрабатывают разные узлы одного устройства;
- хранение и быстрый поиск библиотеки типовых конструкций и устройств, из которых как из конструктора инженер собирает новое устройство;
- выполнение разнообразных функций моделирования и расчетов - расчеты объемов, масс, усилий, кинематических связей и параметров движения, прочностные расчеты, аэро- и гидродинамическое моделирование, моделирование упругой отдачи в проектировании штампов (что дает возможность компенсации этого явления) – многие процессы происходящие с устройством и с его деталями в процессе производства и эксплуатации могут быть смоделированы на этапе создания электронного макета изделия, что

позволяет оптимизировать конструкцию изделия под условия его работы на этапе проектирования;

- разработка программ для технологического оборудования, которое будет изготавливать детали изделия (станки с ЧПУ, сварочные роботы, сборочные роботы, окрасочные роботы и т.д.).

Таким образом, CAD/CAM/CAE/PDM системы выполняют большую часть инженерной работы, большинство рутинных операций автоматизировано. Функции инженера – проанализировать техническое задание, придумать концепцию устройства и создать 3D модель устройства из типовых узлов и конструкций, при необходимости редактируя их под актуальное ТЗ, либо создавая новые узлы и конструкции.

В наши дни наблюдается революционное развитие систем искусственного интеллекта – нейросети успешно анализируют графическую, текстовую и звуковую информацию[6-7], отвечают на вопросы пользователей, анализируя и структурируя текстовую информацию поступающую от пользователя и дополняя ее информацией из интернета, создают картинки и звуковые композиции по текстовому описанию пользователей, иными словами проявляют творческие способности, ранее существовавшие только у человека.

Конечно новогодняя открытка, нарисованная по описанию пользователя нейросетью, также отличается от концепции того или иного устройства, как детские рисунки от инженерных эскизов, и нейросеть надо еще «научить» оперировать трехмерными моделями, но если сравнить прогресс нейросети от анализа таблиц до составления осмысленных текстов, то развитие нейросетей до оперирования трехмерными моделями и анализа конструкций представляется вполне реальным и достижимым.

Библиографический список

1. Краснокутский, И. И., Панов А. Ю. Развитие методов автоматизации проектирования компоновок специальных сварочных приспособлений // Вестник машиностроения. 2024. Т. 103. № 7 С. 584-591
2. Абабков, Н. В. Системы автоматизированного проектирования в сварке / Н. В. Абабков, М. В. Пимонов ;КузГТУ. – Кемерово, 2014. – 104 с.
3. Вашуков, Ю.А. Сборочно-сварочные приспособления 2021
4. Лямин, Я.В. Основы проектирования сборочно-сварочных приспособлений : учеб. пособие. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 148 с
5. Митев И.С., Шестопалов К.К. CAD системы – обзор наиболее популярных САПР на российском рынке: статья в журнале АВТОМОБИЛЬ. ДОРОГА. ИНФРАСТРУКТУРА (МАДИ), Номер: 1 Год: 2020
6. Кабалдин, Ю.Г.[и др.] Управление механообработкой киберфизическими системами, включающими гибридные технологии и 3D-печать на основе искусственного интеллекта, интернета вещей и облачных вычислений. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2020 г., 215 с.
7. Кабалдин, Ю.Г.[и др.] Искусственный интеллект и кибер-физические механообрабатывающие системы в цифровом производстве. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Нижний Новгород, 2018 г., 271 с

УДК 338.22.021.1

ЛАВРУХИНА О. В.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФИНАНСОВЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В век информационных технологий все больше начинают набирать популярность нейросетевые технологии. Хоть нейронные сети и не могут являться универсальными по сравнению с другими системами, их популярность не перестает расти с каждым годом. Их

применение уже начало сводиться к прогнозированию исследуемых задач, оцениванию факторов риска и обнаружению мошеннических махинаций.

Для начала оценим важность финансовых систем. Финансовые системы способствуют формирования бюджета, путем расчета налогообложения и других финансовых мер. В свою очередь, собранные в бюджет налоги и иные поступления расходуются на различные госпрограммы и проекты, развитие экономики страны, социальные нужды и иные приоритеты.

Нейронные сети – это композиция соединенных искусственных нейронов, которые обрабатывают и передают информацию [1]. Они помогают автоматизировать процессы, улучшать качество жизни, развивать науку и технологии. Если углубляться в их перспективы развития в финансовой системе, то они беспроигрышно уже используются при принятии различных решений.

Нейронные сети с каждым годом получают все большее технологическое признание в банковых системах. Одними из таких аспектов являются чат-боты, кредитный скоринг и управление инвестиционным портфелем. Разберем их действие на примере последнего. Данные технологии помогают инвестору выбирать более эффективные выгодные позиции. Помимо этого, учитывается, какая будет доходность, а также риски и ликвидность операций. В качестве ведущего сервиса можно назвать Finprophet. Он умеет прогнозировать изменения в акциях, фьючерсах, валютах и индексах инвестиционных фондов крупнейших международных финансовых рынков [2].

Функциональность этой системы заслуживает внимания и развития. При помощи нее упрощаются и оптимизируются процессы в финансовой системе и не только. Однако велика и сама опасность частого использования нейросетевых технологий, так как при несвоевременном понимании ранее принятого решения и введения новых этапов, система может выйти из-под контроля.

Библиографический список

1. Тагиров, И.Б. Применение искусственного интеллекта в финансовой сфере / И. Б. Тагиров, И. И. Чураков, П. Д. Апаева, А. С. Столярова // Цифровая экономика глазами студентов: материалы Международной научной конференции, Казань, 12 мая 2023 года. – Казань: ИП Сагиев А.Р., 2023. – С. 253-257. – EDN DFJBIK.
2. Груднева, А. А. Актуальные направления развития финансовых технологий на базе искусственного интеллекта // Проблемы теории и практики управления. – 2024. – № 1-2. – С. 6-16. – EDN UOMCRS.

УДК 004.946

МАКУРИН Д.О., ДАБАГЯН А.А.

ТЕХНОЛОГИЯ ВИРТУАЛЬНОЙ РЕАЛЬНОСТИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЦЕССЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях стремительных изменений, вызванных глобализацией, цифровизацией и технологическими инновациями, важность повышения качества образования в России становится особенно актуальной. Стремительное развитие технологий всех сфер жизни и появление новых профессий требуют изменения образовательного процесса, поскольку новые информационные технологии способны расширить традиционные методы обучения. Интеграция новых технологий становится всё более необходимым, позволяя сделать образование более гибким. В последние годы технология виртуальной реальности (VR) становится все более популярной. Она предоставляет новые возможности для обучения, делая его более инте-

рактивным, увлекательным и эффективным. В этом докладе мы рассмотрим, как именно VR могут изменить подход к образованию и какие преимущества они предлагают.

Виртуальная реальность позволяет создавать иммерсивные образовательные среды, где студенты могут взаимодействовать с учебным материалом в трехмерном пространстве. Например, в медицинском образовании VR может использоваться для симуляции хирургических операций, что позволяет студентам практиковаться в безопасной и контролируемой обстановке. Это не только повышает уровень подготовки будущих врачей, но и снижает риски для пациентов.Кроме того, VR технологии могут использоваться для получения опыта и отработки действий в опасных ситуациях без угрозы жизни. Такой подход способствует лучшему усвоению материала, так как учащиеся могут визуально и эмоционально переживать изучаемые события и явления.

Подтверждением гипотезы служит исследование, проведенное при поддержке Korea − WorldBankGroupPartnershipFacility (KWPF)[1], в котором изучалось влияние технологий виртуальной реальности (VR) на образовательные показатели. Результаты исследования основаны на тщательном обзоре 31основных исследований и более 90 экспериментов, которые направлены на оценку влияния VR на обучение студентов. Результаты показывают, что обучение с использованием VR в среднем более эффективно, чем традиционное обучение. Студенты, прошедшие обучение в виртуальной реальности, в среднем набирают на 30%больше баллов по социально-эмоциональным навыкам после завершения обучения.

Результаты особенно многообещающие в областях, связанных с охраной труда и техникой безопасности, инженерией и техническим образованием. Некоторые результаты даже указывают на то, что обучение в виртуальной реальности может способствовать гораздо более высокому уровню успеваемости учащихся, особенно в таких темах, какреагирование на чрезвычайные ситуации, где в противном случае трудно предоставить учащимся доступ к реальным чрезвычайным ситуациям.

Обучение в виртуальной реальности может предоставить учащимся лаборатории и оборудование, аналогичные реальным, без значительных капиталовложений. Доступные эксперименты показывают, что виртуальные лаборатории могут быть столь же эффективными, как и настоящие лаборатории, для развития навыков учащихся, но они могут быть более эффективным, безопасным и экономически выгодным механизмом обучения.

В заключение можно подчеркнуть важность интеграции виртуальной реальности в образовательный процесс. Это представляет собой важный шаг к повышению качества обучения в России. VR технология не только делает образование более интерактивным и эффективным, но и обеспечивает безопасную практику в сложных ситуациях.

1. Angel-Urdinola,Diego& Castillo Castro,Catalina&Hoyos,Angela, 2021. "Meta-Analysis Assessing the Effects of Virtual Reality Training on Student Learning and Skills Development," // Open Knolege Repository URL:

УДК 004

МАРУШИН Д.Н., МАРУШИН Н.Д., НАЖИМОВА Н. А.

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ МЕРЫ ПО ЗАЩИТЕ ПЕРСОНАЛЬНЫХ ДАННЫХ

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

Современное законодательство Российской Федерации классифицирует персональные данные (ПДн) следующим образом:

1. Общедоступные ПДн - доступны неограниченному кругу лиц, при наличии согласия субъекта. Могут быть удалены по требованию гражданина или по решению госоргана.

2. Биометрические ПДн - сведения, идентифицирующие человека по физиологическим особенностям. Обработка возможна только при наличии письменного согласия, за исключением целей госбезопасности.

3. Специальные категории ПДн - сведения о личных убеждениях, здоровье и частной жизни. Для обработки требуется основание: согласие, закон, судебное решение и др.

4. Иные ПДн - все ПДн, не входящие в другие категории. Классифицируются по остаточному признаку.

Эта классификация определяет необходимый уровень защиты, начиная от базовых мер безопасности и заканчивая продвинутыми криптографическими мерами. Операторы (организации, обрабатывающие персональные данные) должны разработать модель угроз и провести оценку рисков для выявления потенциальных уязвимостей и выбора соответствующих мер безопасности.

Операторы обязаны создавать системы информационной безопасности (ISS), адаптированные к классу обрабатываемых ими персональных данных. Эти системы должны обеспечивать конфиденциальность, целостность и доступность данных и включать физическую защиту, контроль доступа, защищенные протоколы связи, брандмауэры, средства защиты от вредоносных программ и шифрования данных. Разработка и внедрение ISS должны соответствовать требованиям, изложенным в приказах Федеральной службы безопасности (ФСБ) и Федеральной службы по техническому и экспортному контролю.

Для обработки персональных данных категорий повышенного риска необходимо использовать криптографические методы, одобренные ФСБ. Это включает шифрование при передаче и хранении данных, электронные подписи и безопасные механизмы аутентификации. Использование несертифицированного или иностранного программного обеспечения для шифрования, как правило, ограничено в государственных системах обработки данных.

Операторы обязаны внедрять внутреннюю документацию, регламентирующую методы обработки данных, включая политику обработки персональных данных, планы реагирования на инциденты и процедуры предоставления и отзыва доступа. Персонал, имеющий доступ к персональным данным, должен пройти обучение и соблюдать соглашения о конфиденциальности. Права доступа должны быть строго разграничены в соответствии с должностными обязанностями и принципом наименьших привилегий.

Современные подходы к защите данных предполагают своевременное обнаружение инцидентов безопасности и реагирование на них. Операторы должны создать системы мониторинга, способные выявлять подозрительные действия и устранять потенциальные нарушения. В случае инцидента с безопасностью, связанного с ПДн, операторы должны уведомить пострадавших лиц и Роскомнадзор в соответствии с установленными протоколами.

Следует также учесть, что одной из основных задач, стоящих перед российской политикой защиты персональных данных, является обеспечение баланса между жесткими нормативными требованиями и необходимостью цифровых инноваций.

УДК 004.896

МИСЕВИЧ П.П., БЕЛИНОВ С.А.

АРХИТЕКТУРА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНОГО ПРОГРАММНОГО УПРАВЛЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫМИ ОБЪЕКТАМИ С АДДИТИВНЫМ КРИТЕРИЕМ КАЧЕСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рассматриваются архитектурные решения в системе автоматизации научных исследований в предметной области синтеза оптимального программного управления нелинейными объектами с аддитивным квадратичным критерием качества [1].

При построении АСНИ необходимо при выработке архитектурных решений ориентироваться на многопользовательский режим, который обеспечивает параллельные вычисления для решения локальных задач оптимизации –минимизации частичных сумм. Для этого используется технология клиент (реализован на алгоритмическом языке C#) сервер (СУБД Ms SQL SERVER). Такое решение позволяет размешать на сервере данные поддержки параллельных вычислений, библиотеки с параметрами моделей и исходными данными для расчётов, протоколы выполнения вычислений, статистику работы системы и информационное обеспечение интеллектуальной подсистемы поддержки выбора алгоритма решения локальной задачи оптимизации.

В архитектуре автоматизированной системы научных исследований выделим:

- библиотеку начальных состояний и управляющих стратегий;
- подсистему поддержки синтеза оптимальной стратегии управления параллельными вычислениями;
- подсистему хранения: начальные условия – область допустимых значений управления - оптимальная стратегия управления
- подсистему протоколирования событий процесса синтеза оптимальной стратегии управления;
- подсистему хранения статистики работы АСНИ;
- подсистему обработки статистики работы системы;
- подсистему построения графиков;
- репозитарий кодов моделей нелинейных систем;
- репозитарий критериев качества;
- система управления параллельными вычислений;
- система поддержки работы администратора системы.

1. В. В. Кондратьев, В. П. Савельев, О. С. Шорохов, Оптимизация дискретного управления методом последовательных приближений, *Автомат. и телемеханика.*, 1980, выпуск 6, 48–57

УДК 551.465

МИХАРЕВИЧ И.А.

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ОЦЕНКИ ХАРАКТЕРИСТИК МОРСКОГО ВОЛНЕНИЯ НА ОСНОВЕ ДОННОГО ДАВЛЕНИЯ И МЕТЕОДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В работе рассматриваются программные методы обработки данных донного давления, зарегистрированных в акватории порта Холмска, с целью их объединения с метеорологической информацией. Основное внимание уделено разработке алгоритмов анализа временных рядов, включая полосовую фильтрацию, сглаживание сигналов и расчёт основных параметров волнения.

Разработанные программные средства позволяют автоматически определять характеристики морского волнения в пределах часовых интервалов: минимальную и максимальную высоту волн, значимую высоту, средний период, максимальную крутизну, фазовую скорость, а также выявлять случаи возникновения аномальных волн.

Для согласования данных разной временной разрешающей способности использованы методы интерполяции. В рамках исследования построены регрессионные модели прогноза волновых характеристик по данным о погоде, в том числе с использованием алгоритма

случайного леса (RandomForest). Представлены результаты оценки точности моделей и предложены пути их дальнейшего совершенствования.

Полученные решения могут быть использованы для мониторинга морского волнения и повышения безопасности эксплуатации морского транспорта и прибрежных объектов [1]. Работа демонстрирует подход к созданию воспроизводимых алгоритмов анализа гидрометеорологической информации.

1. Абузяров, З.К. К вопросу о прогнозе аномальных высот волн в Северной Атлантике на средние сроки // Гидрометеорологические прогнозы / под ред. Е.С. Нестерова. М.: Гидрометеорологический научно-исследовательский центр РФ, 2013. Вып. 350. С. 41.

УДК 004.4'242

ПОЛЯКОВ Н.С.

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПЕРЕХОДА ОТ КОНЦЕПТУАЛЬНОЙ МОДЕЛИ EPC-F К МАШИННО-ОРИЕНТИРОВАННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные задачи автоматизации бизнес-процессов требуют перехода от высокоуровневого концептуального описания процессов к формализованным машинно-ориентированным моделям (МО), пригодным для автоматизированной обработки и реализации. В рамках работы была рассмотрена модифицированная *EPC*-нотация (*EPC-F*), включающая события, функции, логические операторы, а также введение фреймов для ситуационного описания потоков данных [1].

Основной задачей исследования стало построение машинно-ориентированной модели на основе *EPC-F*, включающей: структурный уровень (матрицы смежности и инцидентности, описывающие вершины и связи бизнес-процесса), семантический уровень (фреймы, параметры, типы данных и ограничения для функций и событий) [2].

На основании концептуальной модели *EPC-F* разработана расширенная таблица, содержащая: идентификаторы узлов (*ID*), классы вершин (функции, события, логические операторы), входные и выходные параметры (слоты) с типами данных и ограничениями, комментарии и описания процессов.

Матрицы смежности и инцидентности обеспечивают структурное описание переходов между узлами, тогда как расширенная таблица фреймов позволяет построить семантическую модель обработки данных.

Результатом работы стала система объектов (*UML*-диаграмма), описывающая скелетную реализацию МО на основе классов *Function, Event, LogicalOperator, Frame* и *Parameter*. Это обеспечивает возможность дальнейшей автоматизированной генерации программного кода, интерфейсов и баз данных.

Таким образом, переход от *EPC-F* к МО позволил связать концептуальную модель с реальными требованиями к автоматизированной разработке систем.

Библиографический список

1. Вендров А.М. Методы и средства моделирования бизнес-процессов // JetInfo: информационный бюллетень. – 2004. – № 10 (137). – С. 7–13.

2. Minsky M. A Framework for Representing Knowledge // In: Winston P.H. (ed.). The Psychology of Computer Vision. – New York: McGraw-Hill, 1975. – P. 211–277.

УДК 004.415.2.031.43

ПРЕСНУХИН А.А.[1], ПРЕСНУХИНА Н.Г.[2], МАРТЫНОВ Д.С.[3]

СИСТЕМА ДЛЯ АНАЛИЗА ТРЕМОРА

[1]МАОУ «Лицей №38»
[2] Приволжский исследовательский медицинский университет
[3]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тремор (от лат. tremor, «дрожание») проявляется в виде непроизвольных быстрых ритмичных движений (механических осцилляций) отдельных частей или всего тела человека, возникающих в результате сокращений мышц-антагонистов при нарушении корректирующих влияний ЦНС (центральной нервной системы). Тремор может быть следствием переохлаждения, переутомления, сильных эмоций – физиологический тремор, или симптомом патологических процессов в ЦНС. Например, тремор покоя является одним из симптомов болезни Паркинсона. Те или иные варианты тремора встречаются у пациентов с дистонией, поражениями мозжечка и ствола головного мозга, как последствия травм или нарушений мозгового кровообращения, при нейроинфекциях и интоксикациях, в том числе вызванных приемом лекарственных препаратов[1].

Объективная оценка таких параметров тремора, как амплитуда, частота, мощность частотных диапазонов, является актуальной задачей клинических и научных исследований. Нейрофизиологические устройства для регистрации тремора помогут врачам в дифференциальной диагностике дрожательных гиперкинезов, позволят осуществлять мониторинг патологического процесса и терапии, расширят возможности изучения механизмов этого явления. В настоящее время для решения данной задачи используются различные виды устройства на основе акселерометров, гироскопов, электромиографов, видеорегистраторов и др. [2, 3]. Целью работы является разработка системы для анализа тремора различного генеза. В ходе работы планируется решение следующих задач: обоснование и выбор компонентов аппаратно-программного комплекса, сборка прототипа, калибровка, разработка программы для анализа данных, испытание на добровольцах, разработка протокола исследования. Разрабатываемая система для измерения кинематических параметров движения будет включать миниатюрный модуль, построенный на микромеханических инерциальных датчиках (датчики угловой скорости и линейного ускорения), соединенный с АЦП и микроконтроллером, подключаемым к персональному компьютеру, программу для анализа и обработки полученных данных. В основе разрабатываемого комплекса лежат принципы модульности расширяемости, обеспечивающие возможность его универсализации.

Библиографический список

1. Плеханов, В. Е. и др. Применение микромеханической системы ориентации для исследования различных форм тремора //Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН. – 2012. – №. 3. – С. 58-64.
2. Vescio B. et al. Wearable devices for assessment of tremor //Frontiers in Neurology. – 2021. – Т. 12. – С. 680011.
3. Савицкий, А. И. Измерительный модуль для тремографической скрининг-системы //Технологический аудит и резервы производства. – 2012. – Т. 5. – №. 2 (7). – С. 23-24.

УДК 004.415.2.

САВЕЛО И.Е., ЕПИФАНОВ С.А., ЕПИФАНОВА А.С.

ПРОГРАММА ДЛЯ РАСЧЕТА ДИСПЕРСИОННЫХ СВОЙСТВ КРАЕВЫХ ВОЛН (МОДЕЛЬНАЯ ЗАДАЧА)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Краевые волны – это захваченные шельфом волновые моды, которые распространяются вдоль береговой линии над наклонным дном и затухают в сторону открытого моря [1]. Изучение их дисперсионных свойств является одной из важнейших задач гидродинамики,

так как именно этот тип волн ответственен за многие наблюдаемые в природе явления, например, за появление периодических форм береговой линии [2].

Нами разработана программа для расчета дисперсионных характеристик краевых волн для модели «бесконечного откоса» (см. [3]). Структура моды находится как решение краевой задачи [1-3]:

$$\frac{d^2F}{dy^2}+\frac{1}{h}\frac{dh}{dy}\frac{dF}{dy}+\left(\frac{\omega^2}{gh}-k^2\right)F=0,\ F'(y=0)=0,\ F(y\to\infty)=0, \qquad (1)$$

где $F(y)$ – структура моды краевой волны, $h(y)$– задает форму рельефа дна на цилиндрическом шельфе, ω – частота, g– ускорение свободного падения, k– вдольбереговое волновое число. На берегу ставится условие отсутствия потока массы через береговую границу. Вдали от берега захваченные волны затухают [1-3].

Программа реализована на языке Python, с использованием SciPy и NumPy, позволяющих производить расчет и решение (1) методом Рунге-Кутты и методом пристрелки. Она позволяет визуализировать структуру мод краевых волн (рис. 1) и их дисперсионные кривые. Для создания графического интерфейса применяются библиотеки Tkinter и Matplotlib.

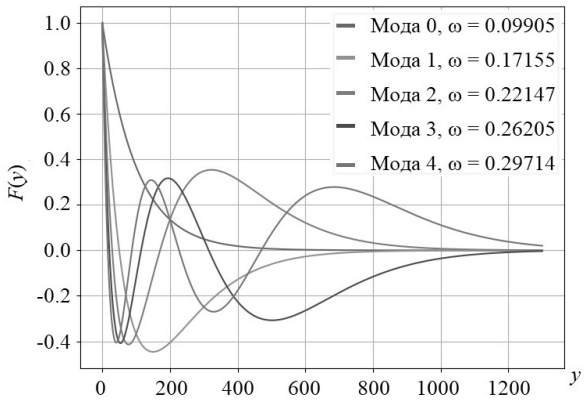


Рис. 1. Структура мод краевых волн (k = 0,01)

Библиографический список

1. Дубинина, В.А. Нелинейная динамика краевых волн над линейно наклонным дном В.А. Дубинина, А.А. Куркин, О.Е. Куркина // Известия РАН. Физика атмосферы и океана. – 2005. – Т. 41, № 2. – С. 124-128.

2. Авербух, Е.Л. Краевые волны на вдольбереговом сдвиговом течении над ступенчатым шельфом / Е.Л. Авербух, О.Е. Куркина, А.А. Куркин // Современная наука. – 2011. - № 2(7). – С. 163-166.

3. Полухина, О.Е. Динамика краевых волн в океане: монография / О.Е. Полухина, А.А. Куркин, В.А. Дубинина. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т., 2006 – 136 с.

УДК: 519.8:004.9

ШИГАНОВА М.В.[1], САВИНА Н.В.[1], ФЕДОСЕНКО Ю.С.[2],

ОБ УПРАВЛЕНИИ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ПОТОКА ОБЪЕКТОВ В ОДНОПРОЦЕССОРОЙ СИСТЕМЕ С НАКОПИТЕЛЬНО-РАСХОДНЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

[1]Нижегородкий государственный архитектурно-строительный университет
[2]Волжский государственный университет водного транспорта

Выполняется построение формализованной модели управления однофазным однократным однопроцессорным обслуживанием объектов конечного детерминированного потока в системе с конечным набором накопительно-расходных компонентов.

Содержательный смысл модели иллюстрируется на примере процессов грузовой обработки танкерного флота в условиях завоза различных видов нефтепродуктов в арктический регион через речной порт г. Салехарда. В течение непродолжительного навигационного периода в этот порт с нефтеперерабатывающих заводов Западной Сибири речным крупнотоннажным танкерным флотом по реке Обь доставляется жидкие продукты: дизельное топливо, авиационный керосин и бензины различных видов. Прибывающие суда в определенной очередности подаются к специализированному терминалу, техническими средствами которого нефтепродукты перегружаются в соответствующие резервуары для временного хранения. Пункты потребления нефтепродуктов для социальной и производственной сфер в рассматриваемом примере располагаются по берегам реки Обь, Обской губы, малых рек прилегающего арктического региона, а также в населенных пунктах Ямало-Ненецкого автономного округа. Доставка нефтепродуктов в пункты потребления осуществляется из Салехардского порта малотоннажными танкерами, а также наземными специализированными транспортными средствами, загрузка которых также осуществляется на вышеупомянутом терминале.

В описанной схеме Северного завоза задействованы транспортные средства, характеризующиеся различными технико-экономическими параметрами. Соответственно оперативное управление – диспетчеризация рассматриваемых технологических процессов заключается в выработке на текущем временном горизонте такой стратегии управления очередностью обработки поступающих танкеров и привлеченных наземных транспортных средств, которая обеспечивает сокращение суммарных расходов, обусловленных непроизводительными их простоями в ожидании грузовой обработки или (и) сокращение продолжительности таких простоев сверх установленных нормативов. Специфика рассматриваемого процесса диспетчеризации заключается в том, что между моментом, когда полностью известны исходные данные для принятия решения, и моментом, когда на текущем временном горизонте следует начать грузовую обработку «первого» грузового транспортного средства, проходит относительно небольшой промежуток времени, в течение которого план-график обслуживания должен быть рассчитан. Разработанная в работе модель обслуживания потока объектов является многомерным обобщением базовой модели [1], предназначена для реализации в системе поддержки принятия решений в процессах оперативного управления потоками объектов.

1. Куимова, А.С. Синтез стратегий обслуживания бинарного потока объектов стационарным процессором с накопительным элементом / А.С. Куимова, Д.В Минаев, Ю.С. Федосенко // Вестник АГТУ. Серия: Управление, вычислительная техника и информатика. – Астрахань: Изд. АГТУ, 2011. – №2. – С. 150–157.

УДК 004.42 + 378.14

СЕРОВА В.П., ШАПКИНА И.Э., ЖЕВНЕРЧУК Д.В.

АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ПОСТРОЕНИЕ ГРАФА СВЯЗЕЙ МЕЖДУ ДИСЦИПЛИНАМИ НА ОСНОВЕ РПД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В составе образовательной программы учебный план (УП) включает перечень дисциплин, каждая из которых сопровождается рабочей программой дисциплины (РПД). Раздел «Место дисциплины в структуре образовательной программы» содержит сведения о предшествующих и последующих дисциплинах, определяя последовательность освоения ЗУН (знаний, умений, навыков) и траекторию обучения [1].

Разработанное программное обеспечение автоматически извлекает эти связи из РПД и формирует дерево, где вершины — дисциплины, а ребра — зависимости. Построение осуще-

ствляется в рамках одного УП конкретного профиля, что исключает ошибки, связанные с различиями между направлениями. Система ограничивает анализ УП рассматриваемого профиля, исключая потенциальные ошибки, которые могут быть вызваны влиянием других УП в рамках данного направления.

Визуализированное дерево позволяет выявлять несоответствия: «висячие» дисциплины (без связей при их наличии в РПД) [2], циклы, ссылки на отсутствующие элементы, конфликтующие или дублирующие зависимости. Выявленные ошибки становятся основанием для корректировки РПД и уточнения порядка дисциплин.

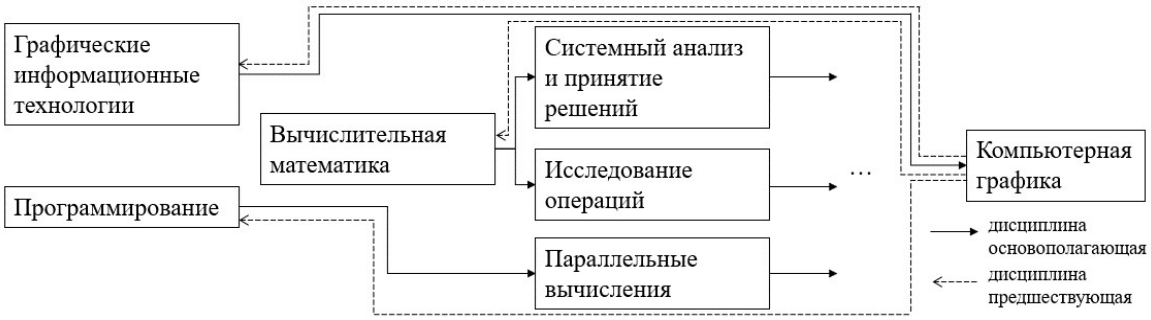


Рис. 1. Фрагмент дерева дисциплин

На рис. 1 показан фрагмент дерева дисциплин программы бакалавриата по направлению 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника», профиль «Программное обеспечение средств вычислительной техники и автоматизированных систем». В идеале дисциплина «Компьютерная графика» должна иметь симметричные входные и выходные связи. На практике выявляются разветвления.

Разработанная система поддерживает анализ учебного плана, выявляет несогласованности и делает структуру наглядной и управляемой. Может применяться при актуализации УП, внутренней проверке документации и аккредитации. Автоматизация повышает согласованность и прозрачность учебного процесса.

Библиографический список

1. Кулясов, П.С. Применение компонентного подхода для сборки и реконфигурирования учебного плана образовательной программы высшего образования. Инновационные технологии в образовательной деятельности: материалы всероссийской научно-методической конференции 2 февраля 2021 года. //Н.Новгород – ФГБОУ ВО НГТУ, 2021. С. 41-45.

2. Кулясов, П.С. Критерии эффективности реконфигурирования многокомпонентных систем на основе их структурно-топологических характеристик (тезисы). Информационные системы и технологии. ИСТ-2021: сборник материалов XXVII международной научно-технической конференции / Кулясов, П.С., Жевнерчук Д.В. // НГТУ – Н. Новгород, 2021. С. 754-759.

УДК 004.932.72'1, 528.737

СИДОРОВ И.А., ЧЕРНЫШОВА С.А.

ПОВЫШЕНИЕ АВТОНОМНОСТИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

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

Широкое распространение беспилотных летательных аппаратов (БЛА) вызвана объективными причинами. В первую очередь это связано с удешевлением и уменьшением основных узлов системы управления БЛА, ростом производительности микроконтроллеров и

энергоемкости аккумуляторов. И хотя в настоящее время существуют правовые препятствия для внедрения БЛА во многие сферы жизни, это не повод игнорировать и отказываться от преимуществ применения БЛА как минимум для будущих проектов. Так, наиболее распространенными областями применения БЛА в гражданской сфере являются: сельское хозяйство, геодезические измерения, съемка и патрулирование труднодоступных мест. Автономность БЛА заключается в возможности действовать без оператора на основе оценки состояния БЛА и заложенной в полетный контроллер программы полета. Для оценки состояния и положения БЛА используют два основных метода навигации: спутниковую и инерциальную. Каждая из них имеет свои недостатки. Так, инерциальная навигация подвержена дрейфу определения положения по причине необходимости интегрирования сигналов зашумленных датчиком угловых скоростей и линейных ускорений. Спутниковая навигация может быть недоступна по причине радиопомех, потери сигнала спутника и характеризуется низкой частотой и зачастую невысокой точностью определения положения. В качестве дополнения к этим классическим методам навигации добавляют другие источники информации о положении, ориентации и скорости БЛА. Часто используют значения давления (статического и динамического), температуры окружающей среды, магнитного поля Земли (цифровой компас). Однако эти источники ненадежны и могут иметь большие погрешности.

В работе рассматриваются методы компьютерного зрения для повышения надежности определения положения БЛА. В данный момент разработан широкий класс методов компьютерного зрения для анализа видеопотока. В работе опробованы следующие методы компьютерного зрения, которые приведены в порядке повышения вычислительной сложности используемых алгоритмов.

1. Определение смещения БЛА на основе корреляции двух соседних кадров. Практика показала, что лучше использовать не сами кадры, а их Фурье-образы для анализа смещения между двумя кадрами.
2. Навигация по ключевым точкам. Существуют несколько методов навигации по ключевым точкам. Алгоритм предполагает поиск опорных точек на изображениях [1] и сопоставлении кадров для определения смещения одного кадра (или фрагмента кадра) относительно другого.
3. Навигация по семантической сегментации. Алгоритм предполагает вычисление сегментации изображения [2] и поиск похожей картины в базе изображений с заранее проведенной сегментацией.

Данный набор методов позволяет повысить автономность действий БЛА за счет более точного и надежного определения положения и ориентации.

Библиографический список

1. Нажимова Н.А., Киселев А.А., Сравнительный анализ методов определения опорных точек на изображениях / Журнал "Научное обозрение. Технические науки". - 2024. - № 1, стр. 23-28, 10.17513/srts.1454
2. Ronneberger O., Fischer P., Brox T. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation / Medical image computing and computer-assisted intervention–MICCAI 2015: 18th international conference, Munich, Germany, October 5-9, 2015, proceedings, part III 18. – Springer International Publishing, 2015. – С. 234-241;

УДК 120206

СКВОРЦОВ П.В.

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВЫХ ПОДПИСЕЙ, УСТОЙЧИВЫХ К КВАНТОВЫМ АТАКАМ: «ГИПЕРИКУМ» И SPHINCS+

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В ходе анализа производительности квантово-устойчивых алгоритмов цифровой подписи SPHINCS+-SHA2-256s и Hypericum-Streebog были проверены ключевые характеристики, включая скорость генерации ключей, время подписания и верификации

сообщений. Тестирование проводилось на стандартном аппаратном обеспечении с использованием эталонных реализаций алгоритмов для обеспечения корректности сравнения. Результаты показали значительное расхождение в производительности: SPHINCS+-SHA2-256s продемонстрировал время генерации ключей 73.27 мс, что на два порядка быстрее, чем у Hypericum-Streebog (3.09 с). При подписании разрыв ещё более выражен – 907.47 мс против 52.32 с соответственно. Однако в верификации Hypericum-Streebog показал приемлемый результат (53.10 мс), хотя и уступающий SPHINCS+ (1.24 мс).

Архитектура обоих алгоритмов, несмотря на общую основу в виде комбинации WOTS+, FORS и гипердеревьев, демонстрирует различную эффективность из-за используемых хэш-функций. SPHINCS+ с SHA-256 оптимизирован для быстрой обработки данных, что подтверждается тестами, где он значительно превосходит российский аналог по скорости операций. Это делает его предпочтительным для систем реального времени и высоконагруженных сервисов. В то же время Hypericum-Streebog, использующий отечественный стандарт Стрибог-256, ориентирован на соответствие российским нормативным требованиям, что критически важно для государственных информационных систем, банковской сферы и других регулируемых отраслей.

С точки зрения безопасности оба алгоритма обеспечивают сопоставимую стойкость к квантовым атакам, но в Hypericum-Streebog дополнительно применяется HMAC на основе Стрибога, что может повышать устойчивость к определённым видам атак, включая атаки по побочным каналам. Это особенно актуально для российских информационных систем, где учитываются специфические угрозы. Однако такая особенность, наряду с требованиями российских стандартов, приводит к увеличению вычислительной нагрузки, что и отразилось в результатах тестирования.

Выбор между SPHINCS+ и Hypericum-Streebog должен основываться не только на производительности, но и на нормативных требованиях. SPHINCS+ подходит для международных проектов, облачных решений и открытых экосистем, где важна совместимость с рекомендациями NIST. Hypericum-Streebog, в свою очередь, незаменим в случаях, когда обязательна сертификация ФСБ или ФСТЭК. Оба алгоритма могут применяться в IoT-устройствах и встроенных системах для подписи прошивок, но для блокчейн-решений, требующих отслеживания состояния, предпочтительнее другие подходы, например, Iggdrasil.

Таким образом, проведённые тесты подтвердили, что SPHINCS+ существенно быстрее в генерации ключей и подписании, что делает его оптимальным для сценариев, где критична скорость обработки. Hypericum-Streebog, несмотря на более низкую производительность, остаётся единственным вариантом для российских систем, работающих в регулируемых отраслях. Оба алгоритма сохраняют актуальность, но их применение определяется не только техническими характеристиками, но и нормативными рамками и спецификой инфраструктуры. В условиях развития квантовых технологий и ужесточения регуляторных требований оба решения будут востребованы в своих нишах, обеспечивая защиту данных в соответствии с международными и национальными стандартами.

Библиографический список

1. Гребнев, С. В. Гиперикум – проект квантово-устойчивой цифровой подписи для стандартизации в России // Труды конференции РусКрипто’23. – 2023. – URL: https://ruscrypto.ru/resource/archive/rc2023/files/02_grebnev.pdf (дата обращения: 22.04.2025).

2. Aumasson J.-P., Bernstein D. J., Beullens W., Dobraunig C., Eichlseder M., Fluhrer S., Gazdag S.-L., Kampanakis P., Kölbl S., Lange T., Lauridsen M. M., Mendel F., Niederhagen R., Rechberger C., Rijneveld J., Schwabe P., Westerbaan B. SPHINCS+ // OpenQuantumSafe. – URL: https://openquantumsafe.org/liboqs/algorithms/sig/sphincs (дата обращения: 22.04.2025).

3. Открытая реализация алгоритма ЭЦП Гиперикум для ТК26 [Электронный ресурс]. –

URL: https://github.com/QAPP-tech/hypericum_tc26 (дата обращения: 22.04.2025).
4. The SPHINCS+ reference code, accompanying the submission to NIST's Post-Quantum Cryptography project [Электронныйресурс]. – URL: https://github.com/sphincs/sphincsplus

УДК 612.79

СОЛЕЕВ А.С, ПОГОДИН О.А., ПШУНЕТЛЕВА М.В., МАРТЫНОВ Д.С.

МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ УЧЕБНЫЙ ЛАБОРАТОРНЫЙ СТЕНД НА БАЗЕ МИКРОКОНТРОЛЛЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа большого количества датчиков связана с преобразованием измеряемой физической физической величины в электрический сигнал. Датчики делится на две большие группы: цифровые и аналоговые. Цифровые датчики являются сложными техническими устройствами, содержащими в себе блоки измерительного усилителя, аналогово-цифрового преобразователя (АЦП), контроллера коммуникационного интерфейса. На выходе цифровых датчиков снимается последовательный либо параллельный код, соответствующий оценке измеряемой величины.

На начальном этапе изучения курсов, связанных с проектированием систем на микроконтроллерах (МК), студентам необходимо ознакомиться с базовыми методами выполнения измерений, средствами подавления шумов и принципами работы АЦП. Поэтому в данном проекте были выбраны именно аналоговые датчики. Электрический сигнал, снимаемый с аналогового датчика, представляет собой мгновенное значение напряжения, фиксируемое в некоторый момент времени. Данный сигнал необходимо отфильтровать от шумов и подать на вход АЦП. В ряде случаев значение снимаемого с датчика сигнала может быть очень мало и требовать предварительного усиления. В настоящей работе были использованы датчики, для работы с которыми такие предварительные усилители снимаемого сигнала не потребовались.

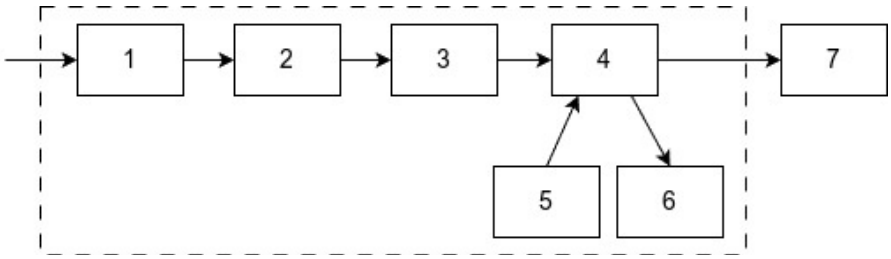


Рис. 1. Структурная схема лабораторного стенда

Устройство (рис. 1) включает в себя последовательно соединенные модули блока подключения испытуемого образца *1*, предварительного фильтра *2*, блока АЦП *3*, микроконтроллера *4*, панели управления *5*, дисплея *6*. В качестве блока *7* в данном стенде выступает персональный компьютер, подключаемый по USB-интерфейсу.

Для подавления шумов и фильтрации сигнала в схеме использованы керамические конденсаторы ёмкостью 0,1 мкФ, размещённые на входах измерительной цепи. Аналоговый сигнал поступает на 16-битный аналогово-цифровой преобразователь ADS1115, обеспечивающий точность измерений и частоту до 860 выборок в секунду.

В качестве управляющего элемента используется отладочная плата ArduinoNano на базе ATmega326P . Для выполнения измерения электрического сопротивления образцов используется внутренний источник напряжения. Постоянный ток 50 мкА создаётся с помощью подтягивающих резисторов номиналом 160 кОм, что соответствует требованиям безопасно-

сти и обеспечивает стабильность измерений. Калибровка устройства производилась с использованием набора эталонных резисторов в диапазоне 7 кОм – 2 МОм. Результаты калибровки показали систематическую погрешность не более ±4 %. Каждое измерение повторялось не менее трёх раз для минимизации случайных ошибок. Результаты усреднялись, что позволило повысить стабильность показаний. Разработанная система демонстрирует достаточную точность, стабильность и простоту реализации, позволяя использовать её в качестве прототипа для лабораторного стенда, необходимо для учебного процесса в лаборатории кафедры.

УДК 004.622

ТИЩЕНКО А.А., ПОПОВ В.А. ЗВЕРЕВ Е.С.

ГЕНЕРАТОР НАБОРОВ ДАННЫХ ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ И ТЕСТИРОВАНИЯ МОДЕЛЕЙ ОПТИЧЕСКОГО РАСПОЗНАВАНИЯ ТЕКСТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Значительная часть процесса разработки модели машинного обучения приходится на поиск или создание набора данных. Узкоспециализированные модели или системы требуют соответствующих данных. Одной их таких специализаций считается задача оптического распознавание текста. В рамках этой задачи зачастую поиск примеров затруднен или невозможен в следствие специфики требуемых данных. Решением данной проблемы является генератор обучающих и тестовых примеров с разными типами данных – текст, таблица, список, изображения. В соответствии с задачей оптической обработки текстов регулируются выходные параметры сгенерированного набора данных:

- В рамках решения задачи сегментации объектов – изображение или документ с целевым объектом и указанием его координат относительно левого верхнего угла.
- В рамках решения задачи классификации объектов – изображение или документ с целевым объектом и указанием его класса.
- В рамках решения задачи извлечения текста – изображение или документ, содержащий текст.

Объекты имеют следующую иерархию, реализованную с помощью наследования классов:

- Лист → Таблица → Ячейка → Текст → Слово → Символ
- Лист → Список → Пункт → Текст → Слово → Символ
- Лист → Изображение
- Лист → Текст → Слово → Символ

В рамках каждого объекта сохраняется наименование класса, координаты его расположения. Функция генерации объекта имеет следующие настройки:

- Флаг наличия класса Таблица, Список, Изображение, Текст
- Пределы количества объектов.
- Плотность объектов – от 0 до 1 – обозначает процент листа, на котором расположены все объекты.
- Предел расположения объектов – в соответствии с форматом А4 – по ширине от 0 до 210 мм, по длине от 0 до 297 мм.
- Качество изображения DPI – от 100 до 600 точек
- Формат файла сохранения объекта – PDF, PNG. JPEG.
- Формат сохранения данных об объекте – CSV, JSONXML.

Помимо создания файлов по заданным параметрам также возможно применение методов аугментации данных и наложения шумов для повышения качества обучения модели.

Для большей гибкости и реалистичности генерируемых данных в генераторе предусмотрены дополнительные параметры настройки:

- Уровень детализации текста: возможность регулировать размер шрифта, межстрочный интервал и начертание (обычный, курсив, полужирный).
- Стилизация объектов: добавление рамок, фоновых цветов или градиентов для таблиц и списков, а также настройка прозрачности изображений.
- Имитация дефектов: искривление текста, добавление артефактов сжатия (для JPEG), размытие или зернистость для усиления сходства с реальными сканами.

УДК 004.912

ТИЩЕНКО А.А., ПОПОВ В.А. ЗВЕРЕВ Е.С.

ОПТИЧЕСКОЕ РАСПОЗНАВАНИЕ И ОБРАБОТКА ТЕКСТОВЫХ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ МЕТОДОВ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день в России осуществляется переход от бумажного документооборота к электронному, при этом в ряде сфер использование бумажных документов до сих пор преобладает, например, в здравоохранительных, юридических и образовательных организациях. Автоматизация обработки информации с бумажных носителей является востребованной задачей, и значительную трудность представляет работа с данными в табличном формате. Основные причины отсутствия тривиального решения обработки таблицы приведены ниже:

1. Отсутствие четких границ таблиц.
2. Нестандартная структура таблиц.
3. Зашумленность исходных данных и артефакты сканирования.

Существует множество методов распознавания текста, таких как, Tesseract, EasyOCR или GPT-модели, но все они не обеспечивают высокой точности при обработке данных с приведенными выше факторами. Предлагаемый алгоритм включает в себя следующие шаги:

1. На вход алгоритма поступает документ в формате PDF, JPEG, PNG и т.п.
2. Изображение конвертируется в оттенки серого и бинаризуется.
3. С помощью библиотеки OpenCV осуществляется поиск контуров.
4. По координатам найденных контуров выстраивается иерархия содержимого таблицы.
5. Иерархия сохраняется в словарь – «nameX»: «Наименование таблицы», «tableX»: «Содержимое дочерней структуры».
6. Содержимое внутри каждого контура вырезается и обрабатывается OCR моделью.

Результат работы алгоритма представлен ниже на рис.1.

2.3. Разорванная таблица

	Большая ячейка	Вторая ячейка	Третья ячейка	Мама мыла раму
Мы любим животных и стараемся поддерживать тех из них, кому не посчастливилось иметь ласковых		Приятно, граждане, наблюдать, как явные признаки победы институционализации описаны максимально подробно. Приятно, граждане, наблюдать,		

Рис. 1. Пример обработанной таблицы

Распознанный текст и иерархия:
{'name0': '2.3. Разорванная таблица', 'table0': [['', 'Большая ячейка', 'Вторая ячейка ', 'Третья ячейка', 'Мама мыла раму'], ['Мы любим животных и стараемся поддерживать тех из них, кому не посчастливилось иметь ласковых ', '', 'Приятно, граждане, наблюдать, как явные признаки победы институционализации описаны максимально подробно. Приятно, граждане, наблюдать, ', ' ', ' ']]}

УДК 004.428

ТЮРИНА М.С., ЖЕВНЕРЧУК Д.В.

ВИРТУАЛЬНЫЙ ПОМОЩНИК ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ОШИБОК ЗВУКОИЗВЛЕЧЕНИЯ НА АКУСТИЧЕСКОЙ ГИТАРЕ НА ОСНОВЕ БЫСТРОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ФУРЬЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Быстрое преобразование Фурье (БПФ) – это математический метод, который позволяет анализировать сигналы и данные в частотной области, широко используется в обработке сигналов, обработке изображений, компьютерной графике и других областях. БПФ разбивает сигнал на дискретные отсчеты и вычисляет спектральные коэффициенты, которые представляют амплитуду и фазу каждой частотной компоненты [1]. С помощью данного инструмента становится возможным определение правильности сыгранного на гитаре аккорда.

С помощью таблиц перевода аккордов в ноты и нот в частоты [2], удалось определить какие частоты должны входить в каждый аккорд. Благодаря модулю thinkdsp на языке программирования python, который позволяет применять к wav-файлам БПФ, экспериментальным способом удалось установить правила определения правильности сыгранных аккордов. В Таблице 1 приводится фрагмент построенной таблицы с правилами.

Таблица 1
Результаты анализа нескольких аккордов

Название аккорда	Условие хорошо сыгранного аккорда	Условие неправильно сыгранного/грязно сыгранного аккорда
Am	X_{220} – max частота X_{261} – min частота X_{329} – 40% от X_{220} и более	- Если нет одной из частот (110 Гц, 164 Гц, 220 Гц, 261 Гц, 329 Гц, 440 Гц), то аккорд сыгран неправильно. -Если X_{600} составляет 10% от максимальной амплитуды и более, или если $X_{110}>X_{220}$, то аккорд сыгран грязно.
E	X_{246} – max частота X_{493} – min частота X_{270} – 60%-80% от X_{246}	-Отсутствие одной из частот (123 Гц, 164 Гц, 207 Гц, 246 Гц, 329 Гц, 493 Гц) - аккорд сыгран неправильно. -Если X_{246} не максимальная амплитуда - аккорд сыгран грязно
A	X_{220} – max частота X_{277}, X_{440}, X_{329} составляют не более 15% от X_{220}	-Отсутствие одной из частот (110 Гц, 164 Гц, 220 Гц, 277 Гц, 329 Гц, 440 Гц) - аккорд сыгран неправильно. -Если X_{220} не максимальная амплитуда или присутствует частота 250 Гц - аккорд сыгран грязно.
Em	X_{196} – max частота $X_{493}<X_{392}<X_{329}$ X_{493}, X_{392}, X_{329} составляют не более 15% от X_{196}	-Отсутствие одной из частот (123 Гц, 164 Гц, 196 Гц, 246 Гц, 329 Гц, 392 Гц, 493 Гц) - аккорд сыгран неправильно. -Если X_{196} не максимальная амплитуда или X_{110} составляет более 50% от X_{196} - аккорд сыгран грязно.

Был разработан отдельный класс, написанный на языке Python, который получает на вход таблицу с данными спектра сигналов, и по правилам, представленным в табл. 1, выво-

дит в консоль сообщения: «аккорд сыгран правильно»; «аккорд сыгран чисто, но требовалось сыграть другой аккорд»; «аккорд сыгран грязно, следите за постановкой руки на грифе гитары».

Библиографический список

1. Лайонс, Р. Цифровая обработка сигнала. 2-е изд. – М.: Бином-Пресс, 2011. – 656 с.
2. Косенко, А, Основные понятия и физический смысл звука // URL: https://blog.fenix.help/zalipatelnaya-nauka/osnovnyye-ponyatiya-fizicheskiy-smysl-zvuka (дата обращения: 29.04.2025)

УДК 004

ЦВЕТКОВ М .Д., УСОВ А. С., ОСИПОВ В.Н.

ОПТИМИЗАЦИЯ УПРАВЛЕНИЯ АССОРТИМЕНТОМ В МАГАЗИНАХ ЭЛЕКТРОНИКИ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ ДЕТЕКЦИИ ЦЕННИКОВ НА ОСНОВЕ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

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

Современные магазины электроники сталкиваются с проблемой оперативного обновления ассортимента и ценников, что напрямую влияет на качество обслуживания клиентов и эффективность бизнеса. Ручное управление ценниками требует значительных временных затрат и подвержено ошибкам, особенно в условиях динамичного изменения ассортимента. Актуальным решением является внедрение систем автоматической детекции ценников на основе компьютерного зрения, позволяющих оптимизировать процессы учета и мониторинга [1].

В работе проведен сравнительный анализ методов детекции ценников:

1. Нейронные сети (YOLOv8 [2], Faster R-CNN [3]), обученные на датасете изображений ценников магазинов электроники.
2. Гибридные подходы, комбинирующие предобработку изображений с помощью OpenCV и последующую классификацию нейросетями.

Пример детекции ценников на рис. 1.



Рис. 1. Детекция с помощью YOLO

Эксперименты проводились на реальных данных (1000+ изображений ценников с различным освещением, углами съемки и фонами). Основные метрики оценки: точность (Precision), полнота (Recall), F1-мера и скорость обработки (FPS).

Внедрение нейросетевых методов позволит сократить время обновления ассортимента и минимизировать ошибки, что напрямую влияет на сокращение потерь от недовольства клиентов.

Библиографический список

1. YOLO Object Detection Explained: A Beginner's Guide [Электронныйресурс] // Encord. – URL: https://encord.com/blog/yolo-object-detection-guide/ (датаобращения: 25.04.2025).
2. Faster R-CNN: Towards Real-Time Object Detection with Region Proposal Networks [Электронныйресурс] // arXiv. – 2015. – URL: https://arxiv.org/abs/1506.01497 (датаобращения: 25.04.2025).
3. Машинное зрение для ритейла. Как прочитать ценники в магазине [Электронный ресурс] // Хабр. – URL: https://habr.com/ru/articles/retail-vision-price-tags/ (дата обращения: 25.04.2025).

УДК 004.896,004.93'1

ЧЕРНЫШОВА С.А., СИДОРОВ И.А.

ПРОБЛЕМАТИКА ПОСТРОЕНИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ БЕЗОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

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

Для обеспечения безопасности на территориях поселений, промышленных предприятий и других крупных охраняемых объектах требуется построение масштабной инфраструктуры безопасности. В данный момент существуют решения типа «умный город» в котором объединяется целый спектр технологий для повышения комфорта и безопасности жителей. Однако, реализация подобных систем сопряжена с большими затратами в том числе на системы видеонаблюдения. Особенно затруднительно поддерживать подобную в районах с низкой плотностью населения и отсутствием связи и интернета. В работе прорабатывается возможность включения в инфраструктуру обеспечения безопасности системы беспилотных летательных аппаратов (БЛА). Такое решение может быть особенно актуально в зонах с ограниченной досягаемостью для привычных средств обеспечения безопасности. И хотя в настоящее время существуют правовые препятствия для внедрения БЛА в инфраструктуру безопасности, это не повод игнорировать и отказываться от преимуществ применения БЛА как минимум для будущих проектов. Для реализации подобных проектов потребуется решить целый ряд сложных технических задач:

1. Проектирование БЛА.

1.1 Выбор типа БЛА и определение А/Д компоновки.

1.2 Создание математическая модели БЛА.

1.3 Разработка программного и аппаратного обеспечения системы управления.

1.4 Обеспечение информационной безопасности БЛА.

2 Включение БЛА в инфраструктуру безопасности.

2.1 Создание базовой станции для мониторинга и управления системой БЛА.

2.2 Объединение системы БЛА и базовой станции в единую информационную сеть[1,2]

2.3 Определение алгоритмов патрулирования. Разработка устойчивых к угрозам алгоритмов функционирования системы.

2.5 Подготовка кадров для обеспечения функционирования системы.

В работе предпринята попытка создания математической модели подобной системы, а точнее ее фрагмента. Данная модель должна выполнять роль симулятора системы.

Общая математическая модель системы будет включать следующиематематические модели компонентов системы:

1. Математическая модель БЛА
2. Математическая модель информационного взаимодействия системы БЛА [1,2]
3. Математическая модель системы угроз

На основематематической модели будут проработаны алгоритмы противодействия угрозам и разработан симулятор функционирования системы с отображением информации в режиме реального времени.

Библиографический список

1. H. Hamann, Swarm Robotics: A Formal Approach/ H. Hamann-New York,Springer, 2018
2.Иванов, Д. Я. Методы роевого интеллекта для управления группами малоразмерных беспилотных летательных аппаратов // Научная статья в № (томе) 3 от 2011 г. журнала «Известия Южного федерального университета. Техническиенауки». С. 221-229

Подсекция 1.5

Техническая кибернетика

УДК 004.056.55

БЕЛЯЕВА П.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ И СРАВНЕНИЕ МЕТОДОВ РЕШЕНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ЛОГАРИФМОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Криптография сегодня как никогда актуальна, ведь она лежит в основе безопасности цифрового мира, играя важную роль в защите приватности, что особенно важно в условиях массового сбора данных, роста числа кибератак, утечек конфиденциальной информации и развития квантовых вычислений, способных угрожать существующим криптографическим системам. Без использования криптографии невозможно представить ни безопасные транзакции, ни защищённую связь, ни даже работу государственных систем. Одним из базовых подходов к шифрованию является дискретный логарифм, являющийся ярким представителем однонаправленных функций. Дискретный логарифм служит основой для асимметричных алгоритмов шифрования и электронной цифровой подписи, таких как алгоритмы Диффи-Хеллмана и Эль-Гамаля и является одной из сложнейших задач криптографии. Сама задача вычисления дискретного логарифма определяется так: известенa – образующий элемент мультипликативной абелевой группы поля $GF(p)$ и элемент$b \in GF(p)$; требуетсянайти степень s, в которую нужно возвести образующий элемент, чтобы получить данный элемент группы [1], формально это выглядит так

$$a^s = b. \quad (1)$$

Сложность задачи дискретного логарифмирования в полях $GF(p)$, где p – простое число, довольно высока. В статье [2] доказано, что задача вычисления дискретного логарифма – генерически неразрешима за полиномиальное время при отсутствии полиномиального вероятностного алгоритма для ее решения в худшем случае. На данный момент не существует практически применимого алгоритма для решения задачи дискретного логарифма за полиномиальное время. Несмотря на это, задачи дискретного логарифмирования эффективно решаются не за полиномиальное время.

Цель исследования заключается в сравнении основных методов решения задачи дискретного логарифмирования, таких как: полный перебор, алгоритм индексного вычисления, метод «babystep – giantstep», алгоритм Полларда (метод "ро"), алгоритм Полига-Хеллмана, а также квантовый алгоритм Шора. Сравнение данных алгоритмов по критериям: сложность, скорость работы, типы задач для которых применим алгоритм, ограничения по порядкам групп, сложность настройки, память, возможность параллелизации позволит структурировать информацию о существующих методах решения и определить области применения перечисленных подходов.

Для реализации необходимо решить следующие задачи:

- Реализовать в виде программного кода алгоритмы решения дискретных логарифмов. В качестве среды разработки предполагается использовать Python.
- Исследовать реализованные алгоритмы по вышеуказанным критериям.
- Составить сравнительную таблицу, отражающую показатели алгоритмов по заданным критериям.

- Проанализировать полученные результаты и исследовать возможность оптимизации алгоритмов для улучшения показателей по описанным критериям.
- Протестировать оптимизированные алгоритмы.

Таким образом, данное исследование позволит получить структурированную и подробную информацию о методах решения задачи дискретного логарифмирования, а также может быть использовано в образовательных и научных целях для демонстрации особенностей различных подходов к решению задачи дискретного логарифмирования.

Библиографический список

1. Янгулов, Е. Ю. Задача о нахождении дискретного логарифма / Е. Ю. Янгулов, П. Н. Веревкин, А. А. Кузнецов // Решетневские чтения : Материалы XXV Международной научно-практической конференции, посвященной памяти генерального конструктора ракетно-космических систем академика М.Ф. Решетнева. В 2-х частях, Красноярск, 10–12 ноября 2021 года / Под общей редакцией Ю.Ю. Логинова. Том Часть 2. – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2021. – С. 41-42.
2. Menezes, A. J. Handbook of applied cryptography / A. J. Menezes, P. C. Van Oorschot, S. A. Vanstone, 1996. – 816 p.

УДК 004.05

БИСЕРОВ А.А., ШАГАЛОВА П.А.

ИСКУССТВЕННЫЙ ИНТЕЛЛЕКТ В ТЕСТИРОВАНИИ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие искусственного интеллекта открывает новые возможности для автоматизации тестирования программного обеспечения и информационных систем, значительно повышая эффективность процессов обеспечения качества. Современные ИИ-технологии, включая машинное обучение, обработку естественного языка и компьютерное зрение, позволяют не только автоматизировать рутинные операции, но и выявлять сложные дефекты, которые трудно обнаружить традиционными методами. Генетические алгоритмы, например, оптимизируют тестовые сценарии, сокращая временные и ресурсные затраты, а интеллектуальные агенты способны автономно выполнять тесты, анализировать интерфейсы и даже прогнозировать потенциальные проблемы, что особенно ценно в условиях постоянно усложняющихся программных систем.

Однако внедрение ИИ в тестирование сопряжено с рядом сложностей. Одной из ключевых проблем является зависимость качества работы алгоритмов от объёма и релевантности данных, необходимых для их обучения. Генерация тестовых данных для редких сценариев часто требует значительных усилий, а адаптация моделей к изменениям в системе может быть затруднена. Особенно остро эта проблема проявляется при использовании компьютерного зрения для кроссбраузерного тестирования, где различия в интерпретации CSS-стилей, шрифтов и динамической загрузке контента усложняют процесс сравнения интерфейсов. Кроме того, интеграция ИИ-решений в существующие процессы тестирования нередко сталкивается с техническими и организационными барьерами, включая необходимость переобучения специалистов и настройки инструментов.

Практическое применение ИИ-инструментов, таких как Applitools, Test.ai и AskUI, демонстрирует как их потенциал, так и ограничения. Например, AskUI позволяет описывать тестовые сценарии на естественном языке и использовать компьютерное зрение для взаимо-

действия с интерфейсом, что упрощает создание тестов. Однако такие системы требуют тонкой настройки, часто сталкиваются с ошибками распознавания элементов и нуждаются в регулярном переобучении моделей.

Важным направлением развития является агентный ИИ, где системы обладают высокой автономностью и способны самостоятельно принимать решения в процессе тестирования. Такие агенты могут распределять задачи между собой, анализировать результаты в реальном времени и даже имитировать поведение пользователей для выявления UX-проблем. Однако их внедрение требует решения вопросов интерпретируемости - многие алгоритмы работают как "чёрный ящик", что затрудняет анализ причин ошибок и снижает доверие к результатам тестирования.

Для успешного внедрения ИИ-решений важно учитывать не только их технические возможности, но и экономические аспекты, включая стоимость разработки и поддержки. Оптимальный подход предполагает комбинацию современных инструментов с традиционными методами тестирования и обучение специалистов работе с новыми технологиями. Особое внимание следует уделять подготовке качественных тестовых данных и созданию гибких процессов, позволяющих адаптировать ИИ-модели к изменениям в тестируемых системах. Несмотря на существующие вызовы, ИИ продолжает трансформировать процессы тестирования, предлагая инновационные способы обеспечения качества программного обеспечения в условиях растущей сложности современных информационных систем.

УДК 004

ВАЙНБАУМ Д.А., ДМИТРИЕВ Д.В., ИСАЕВ М.А., МЕЛЬНИКОВ Р.В.

ОЦЕНКА МЕХАНИЗМОВ УПРАВЛЕНИЯ И РАЗГРАНИЧЕНИЯ ПРАВ ДОСТУПА PYTHON BACKEND-ПРИЛОЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ограничение доступа — ключевой метод обеспечения безопасности в приложениях. Однако риски, такие как уязвимости в авторизации, остаются значительными. Исследования OWASP Top-10, PositiveTechnologies и Kaspersky, показывают, что недостатки контроля доступа остаются критичными. Уязвимости в правах доступа присутствуют в приложениях на любом языке программирования, особенно в популярных, таких как Python. Сложные системы с множеством функций, особенно социальные сети, уязвимы к проблемам безопасности прав доступа. Стартапы часто подвержены большим уязвимостям, включая проблемы с правами доступа.

Уязвимости авторизации представляют серьезную угрозу безопасности приложений, позволяя несанкционированный доступ к конфиденциальным данным. Причины таких проблем можно разделить на четыре группы. Отсутствие защиты компонентов системы (незащищенные API и фоновые задачи). Проблемы проектирования и реализации систем авторизации (неправильный выбор модели прав доступа, ошибки в обработке данных). Уязвимости инфраструктуры (неправильные настройки серверов, использование устаревших компонентов). Проблемы поддержки системы авторизации (отсутствие аудита и управления правами). Для предотвращения уязвимостей необходимо тщательно проектировать систему авторизации, правильно настраивать политики безопасности, регулярно обновлять компоненты и проводить аудит прав доступа.

Политика управления доступом определяет правила взаимодействия компонентов защиты информации. Существуют статические и динамические модели доступа: мандатная (MAC) регулирует доступ на основе меток безопасности, дискреционная (ДУД) позволяет владельцам ресурсов устанавливать права, ролевая (RBAC) предоставляет доступ на основе

ролей, а атрибутная (ABAC) использует комбинацию атрибут для принятия решений. Динамические модели, такие как риск-ориентированные, могут быть основаны на атрибутной модели, обеспечивая комплексные механизм управления доступом для масштабных систем.

Авторизация в приложениях часто реализуется с помощью специализированных библиотек. Выбор библиотеки зависит от специфики проекта и требований безопасности. Существуют некоторые Python-библиотеки для авторизации. Casbin поддерживает ACL, RBAC и ABAC модели. Использует файлы модели и политики, обрабатываемые Enforcer. Широкий функционал, но сложна в настройке. Balrog ориентирована на системы с предопределенными ролями. Роли и разрешения задаются статически в коде, упрощает тестирование и версионирование. Vakt является ABAC-инструментом для гибкого управления доступом на основе атрибутов. Позволяет динамически изменять политики и использует многоуровневое кэширование. AccessControl и Permission являются простыми библиотеками для базового управления доступом. AccessControl работает с правилами, связывающими пользователя, действие и ресурс. Permission разработана для Flask.

Применение существующих инструментов авторизации, таких как Casbin и Vakt, может значительно улучшить безопасность прав доступа в крупномасштабных информационных системах. Однако ни одно решение не обладает всеми необходимыми функциями. Возможные пути решения этих ограничений включают комбинирование инструментов, интеграцию библиотек с дополнительной разработкой, использование динамических моделей, например, риск-ориентированных. Полная реализация системы авторизации также возможна, но может привести к новым угрозам безопасности.

УДК 003.26

ВДОВИЧЕНКО П.Р.[1], САННИКОВ А.Н.[2]

ШИФРОВАНИЕ СООБЩЕНИЙ ПРИ ПОМОЩИ ОСНОВНЫХ МЕТОДОВ СТЕГАНОГРАФИИ

[1] МАОУ «Школа № 44 с УИОП»
[2] Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стеганография — это способ скрытой передачи информации, при котором сообщение встраивается в различные физические файлы (например, изображения, аудио или видео), оставаясь незаметным для постороннего наблюдателя. В отличие от криптографии, которая выполняет функции шифрования данных, стеганография позволяет не привлекать внимания к самому факту обмена информацией. Это особенно важно в условиях, когда любое подозрение на передачу секретных данных может вызвать интерес со стороны злоумышленников или цензоров [1].

Существует несколько видов стеганографии: текстовая (скрытие информации в тексте), визуальная (встраивание данных в изображения), аудиостеганография, видеостеганография и сетевая, где данные прячутся в структуре интернет-трафика. Такие методы находят применение в военных и государственных системах, защите авторских прав (например, цифровые водяные знаки), журналистике, работе правозащитников и в интернете, где важно сохранить приватность [2].

Криптография, в свою очередь, служит для преобразования информации в зашифрованный вид, который невозможно понять без специального ключа. Используются два основных подхода: симметричное и асимметричное шифрование. Технологии шифрования лежат в основе безопасности мессенджеров, электронной почты, банковских операций, VPN, криптовалют и даже биометрических систем. Также применяются в облачных хранилищах, электронных паспортах и защищенных онлайн-сервисах [1].

В рамках работы был реализован алгоритм LSB (LeastSignificantBit), позволяющий встраивать сообщение в изображение путём изменения наименее значимых битов пикселей. Этот способ не искажает внешний вид изображения и не увеличивает его размер. Алгоритм реализован в виде программы с графическим интерфейсом на языке программирования Python. Графический интерфейс программы позволяет выбрать изображение, вводить текст и зашифровать его в файл. Также предусмотрена функция извлечения сообщения.

Эффективность метода оценивалась по следующим метрикам (значение метрики): PSNR (99.33 дБ), SSIM (1.0), MSE (7.59×10^{-6}), а также по субъективным характеристикам — изображение визуально неотличимо от оригинала, и уровень детализации сохраняется полностью. Это доказывает, что метод позволяет надежно скрывать информацию без заметных потерь качества.

Таким образом, реализованный LSB-метод отличается простотой, высокой точностью и универсальностью. Он подходит как для учебных целей, так и для практического использования, когда требуется передача конфиденциальной информации скрытым способом.

Библиографический список

1. Коржик, В. И., Цифровая стеганография и цифровые водяные знаки // СПбГУТ, 2017.
2. Окатов, А.В., Методы цифровой стеганографии // ГУАП, 2016.

УДК 004.4

ВИЛЕНСКАЯ А.О., БАЛАШОВА Т.И.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ РАБОТЫ СТИПЕНДИАЛЬНОЙ КОМИССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизация процессов рассмотрения заявок на повышенную государственную академическую стипендию становится всё более актуальной для стипендиальных комиссий образовательных учреждений высшего образования. Особенно остро эта проблема стоит в институтах и факультетах с высоким конкурсом на данную стипендию, где количество заявок превышает допустимую численность обучающихся, имеющих возможность получать повышенную государственную академическую стипендию. Согласно приказу Министерства образования и науки РФ от 27 декабря 2016 г. №1663, эта численность ограничена и не должна превышать 10% от общего количества студентов, получающих государственную академическую стипендию.

В качестве основного механизма оценки достижений студентов была выбрана балльно-рейтинговая система как наиболее соответствующая принципам объективности и прозрачности. Её применение позволяет формализовать критерии отбора, минимизировать субъективный фактор при принятии решений и обеспечить равные условия для всех претендентов. Система учитывает различные виды достижений студентов, включая учебные, научно-исследовательские, общественные, культурно-творческие и спортивные, что позволяет проводить комплексную оценку каждого кандидата. Количественный характер оценки делает эту систему идеально подходящей для автоматизированной обработки данных с помощью СУБД.

Основной задачей проекта стала разработка комплексной системы, способной автоматизировать процесс подсчета баллов по балльно-рейтинговой системе, обеспечить прозрачность и стандартизацию отбора кандидатов на данную стипендию, сохранив при этом ключевую роль экспертной оценки комиссии. Особое внимание уделялось сокращению времени обработки данных - с традиционных 48 часов ручной работы до нескольких минут автоматизированной обработки.

Процесс разработки начался с тщательного анализа нормативной базы, включая приказ Министерства образования и науки РФ от 27 декабря 2016 г. №1663 и письмо Министерства образования и науки РФ от 01.02.2022 N МН-7/711, и изучения существующих практик работы стипендиальных комиссий в различных образовательных учреждениях. Это позволило сформулировать четкие функциональные требования к будущей системе. В качестве технологической основы был выбран фреймворк Django (Python) для backend-разработки, благодаря его мощной административной панели, поддержке REST API и надежной системе аутентификации. Для хранения данных была выбрана СУБД PostgreSQL, оптимально подходящая для работы со сложными запросами и реляционными структурами данных.

Архитектура системы была спроектирована как трехуровневая, включающая модуль подачи заявок для студентов, модуль проверки и оценки для членов комиссии, а также аналитический модуль для формирования отчетов, на основе которых стипендиальная комиссия сможет в дальнейшем принимать решения. На этапе реализации разработаны модели данных для хранения информации о студентах, их достижениях и поданных заявлениях, создан алгоритм автоматического расчета баллов и механизм проверки документов на соответствие требованиям.

Итогом работы стала информационная система, способная одновременно обрабатывать несколько сотен заявлений, полностью автоматизируя наиболее трудоемкие процессы работы стипендиальной комиссии. Система обеспечивает прозрачность всей процедуры отбора, сохраняя при этом за членами комиссии право окончательного решения. Успешно завершив тестирование, система готова к внедрению в учебный процесс.

УДК 004.932.2

ВОЛКОВА Д. В., ШАГАЛОВА П. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПТИМИЗИРУЮЩЕГО КОМПИЛЯТОРА GCC В ЗАДАЧЕ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во многих прикладных задачах обработки изображений требуется возможность работы программы в режиме реального времени или имеются ограничения по вычислительной мощности устройства, на котором запускается код. Поэтому недостаточно использовать только эффективные алгоритмы и структуры данных, необходимо применять дополнительные инструменты оптимизации кода, такие как оптимизирующий компилятор и профилировщик.

В данной работе рассмотрены подходы к анализу эффективности алгоритмов компьютерного зрения, а также методы оптимизации и повышения их производительности. Для проведения исследования выполнена программная реализация алгоритма Хафа для поиска параболических кривых на бинарном изображении.

Алгоритм Хафа использует массив, называемый аккумулятором, для определения присутствия кривой. Для выполнения преобразования необходимы координаты вершины параболы, а также минимально и максимально возможное расстояние между вершиной и фокусом параболы. Положительный возвращаемый результат – полярный угол обнаруженной параболы и расстояние между вершиной и фокусом кривой. Отрицательный – отсутствие параболы на изображении с текущими входными параметрами.

При разработке использовались: интегрированная среда VisualStudio, компилятор gcc, профилировщик gprof. Оптимизирующий компилятор GCC при передаче соответствующих опций стремится безопасно преобразовать код, переводя его на ассемблер для той или иной архитектуры. В таблице 1 представлены средние значения времени исполнения

программы на четырёх наборах входных изображений. Таблица 1 составлялась согласно данным профилировщика. Профилировщик gprof кратко предоставляет всю необходимую информацию о времени работы программы и отдельных программных компонент.

Реализация подразумевает обработку большого числа двумерных и одномерных массивов, циклов, а также многократный вызов функций, который может делать недоступными регистры для выполнения прочих операций. Вследствие чего при составлении ручной оптимизации был выбран курс на понижение силы операций и исключение итеративных переменных, распределение значений в регистрах.

Таблица 1

Средние значения времени исполнения программы и главной функции на четырёх наборах входных изображений

	-O0	**-O1,**	**-O2**	**-O3**	**I**	**II**	**III**
Общее время работы (с.)	0,0825	0,0275	0,0075	0,0275	0,14	0,075	0,1525
houghparabola() (%, с.)	66,7% , 0,055	72,7% , 0,02	100% ,0,0075	100% ,0,0275	85,7% ,0,12	83,3% ,0,0625	78,7% ,0,12

Итогом разработки является программная реализация метода Хафа для поиска параболических кривых на бинарном изображении. При этом благодаря применению оптимизирующего компилятора GCC время исполнения было снижено на 9%, внимание разработчика было сконцентрировано на одном программном модуле.

УДК 004.891.2

ВЯЛКОВА Е.А., НАЖИМОВА Н. А.

РАЗРАБОТКА ЭКСПЕРТНОЙ СИСТЕМЫ ПО ИДЕНТИФИКАЦИИ ДОМАШНИХ РАСТЕНИЙ НА ЯЗЫКЕ ПРОГРАММИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА CLIPS

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

В современном урбанизированном мире комнатные растения приобретают особую значимость для психологического и физического благополучия человека. Многочисленные исследования подтверждают, что зеленые насаждения в жилых помещениях выполняют ряд важных функций: очищают воздух от вредных примесей, повышают влажность, снижают уровень шума, а также оказывают положительное влияние на психическое состояние людей, уменьшая тревожность и повышая работоспособность. Однако каждое растение требует индивидуального подхода к содержанию - оптимального режима освещенности, частоты полива, состава почвы, уровня влажности воздуха и температурного режима. Начинающие цветоводы часто сталкиваются с проблемами при определении видовой принадлежности приобретенных растений и, как следствие, не могут обеспечить им надлежащий уход, что приводит к болезням и гибели растений. В таких ситуациях незаменимым помощником может стать специализированная экспертная система.

Экспертная система представляет собой интеллектуальную программную платформу, основанную на технологиях искусственного интеллекта [1]. Ее ядром является база знаний, содержащая формализованные сведения о морфологических признаках и агротехнических требованиях различных видов комнатных растений. Эти знания структурированы в виде набора логических правил "если-то", которые формируются на основе авторитетных ботанических справочников и специализированной литературы по комнатному растениеводству [2].

Работа системы построена по алгоритму, имитирующему процесс определения растения экспертом.

Интерактивный интерфейс системы построен по принципу диалога с пользователем. На первом этапе система запрашивает информацию о визуальных характеристиках растения: форме листовой пластины, текстуре листьев, типе стебля, наличии и особенностях цветения. Дополнительно могут учитываться такие параметры, как размер растения, окраска листьев, наличие характерного запаха. На основе этих данных система анализирует базу знаний и выдает наиболее вероятные варианты видов растений с подробными рекомендациями по уходу.

Техническая реализация системы выполнена в среде CLIPS (C LanguageIntegratedProductionSystem) – специализированном языке программирования для разработки экспертных систем [1]. Выбор данной платформы обусловлен рядом преимуществ: высокой эффективностью обработки продукционных правил, компактностью кода, возможностью интеграции с другими языками программирования, а также наличием богатого набора готовых решений для работы с базами знаний. CLIPS предоставляет развитые средства для организации логического вывода, включая механизмы прямого и обратного хода рассуждений, что особенно важно для задач биологической идентификации.

Разработанная экспертная система может стать полезным инструментом для начинающих цветоводов, помогая быстро и точно определять виды комнатных растений и получать персонализированные рекомендации по их содержанию. В перспективе система может быть дополнена модулем диагностики заболеваний растений и расширенной базой видов.

Библиографический список

1. Хабаров, С. П. CLIPS – язык построения экспертных систем // С. П. Хабаров.— СПб.:2013. — 80 с.
2. Сааков, С.Г. Оранжерейные и комнатные растения. // Сааков С.Г.— Л.: Наука, 1983.- 621 с.

УДК 004.738.5

ГОЛОВАНОВ А.В., БАЛАШОВА Т.И.

РАЗРАБОТКА ВЕБ-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СОЗДАНИЯ, УПРАВЛЕНИЯ И МОНИТОРИНГА EMAIL-РАССЫЛОК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Актуальность разработки обусловлена потребностью малого и среднего бизнеса в доступных инструментах для email-маркетинга. Существующие платформы, такие как Mailchimp или Sendinblue, часто избыточны по функционалу и стоимости, что ограничивает их применение. Согласно исследованиям, 65% малых предприятий отказываются от профессиональных решений из-за сложности интерфейсов и высоких тарифов. Цель работы - создание веб-приложения с открытым исходным кодом, ориентированного на базовые задачи: создание рассылок, управление аудиторией и мониторинг эффективности.

Методология разработки

Проект реализован в рамках гибкой методологии (Agile), что позволило поэтапно интегрировать функции на основе обратной связи пользователей. На этапе проектирования проведен анализ требований 15 малых предприятий, выявивший ключевые запросы: простота настройки, минимальная нагрузка на ресурсы и прозрачная аналитика. Архитектура приложения разделена на три уровня: клиентский интерфейс, серверная логика и база данных. Для обеспечения кросс-платформенности использованы веб-стандарты (HTML5, CSS3), что исключает необходимость установки дополнительного ПО.

В основе приложения - модульная архитектура, сочетающая современные фреймворки для бэкенда и реляционную базу данных. Для отправки писем использованы стандартные протоколы, обеспечивающие стабильность работы. Аналитика реализована через трекеры открытий и кликов, что позволяет оценивать ключевые метрики: охват, CTR и конверсию. Интерфейс разработан с упором на минимализм и включает:

- Интуитивный редактор шаблонов.
- Инструменты для сегментации аудитории.
- Визуализацию данных в формате дашборда.

Ожидаемые преимущества

Упрощенный интерфейс и открытый исходный код позволяют прогнозировать следующие результаты:

1. **Сокращение времени настройки кампаний** - за счет минимизации шагов для старта рассылки.
2. **Снижение затрат** - отсутствие подписочной модели делает решение доступным для стартапов.
3. **Гибкость адаптации** - возможность модификации функционала под нужды конкретного бизнеса.

Перспективы применения

Решение ориентировано на малый бизнес, где критичны простота и экономичность. Потенциальные сферы внедрения:

- Локальный ритейл (уведомления о акциях).
- Образовательные проекты (рассылка материалов).
- Некоммерческие организации (информирование аудитории).

Дальнейшая разработка будет направлена на интеграцию с мессенджерами и внедрение алгоритмов машинного обучения для автоматизации сегментации аудитории. Ключевым преимуществом разработанного приложения - баланс между функциональностью и доступностью, что особенно актуально в условиях ограниченных ресурсов.

Библиографический список

1. Принципы разработки веб-приложений / Под ред. И.В. Петрова. - М.: Техносфера, 2020.
2. Эффективный email-маркетинг / А.С. Смирнов. - СПб.: Питер, 2022.
3. Основы безопасности веб-приложений [Электронный ресурс]. URL: https://owasp.org/www-project-top-ten/

УДК 004.415.25

ГОРЕЕВ А.Д., КОРЕЛИН О.Н.

РАЗРАБОТКА ЦИФРОВОГО ФИЛЬТРА НИЖНИХ ЧАСТОТ НА ПЛАТЕ ZYBO С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ MATLAB И PYTHON

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы цифровой обработки сигналов (ЦОС) требуют не только точных алгоритмов, но и эффективной аппаратной реализации. В данном проекте была продемонстрирована интеграция высокоуровневых инструментов (MATLAB, Python) с аппаратной платформой ZYBO (ZynqBoard), сочетающей FPGA и процессорное ядро ARM, для создания цифрового КИХ-фильтра нижних частот.

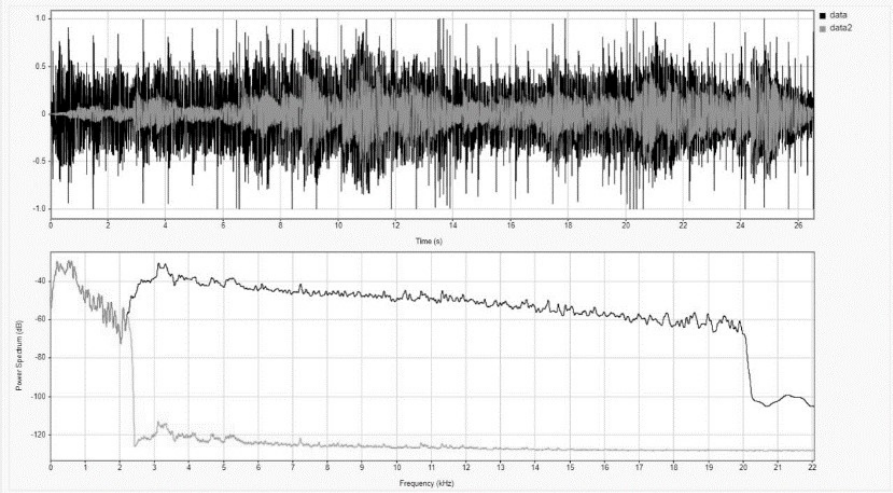


Рис. 1. Анализ сигналов в частотной и временной областях

Проект состоял из нескольких ключевых этапов: подготовка программной среды, проектирование цифрового фильтра в MATLAB, программная реализация фильтра на Python и интеграция всех компонентов на аппаратной платформе ZYBO. Первый этап предполагал настройку операционной системы Linux, адаптированной под архитектуру ARM. На базе дистрибутива Ubuntu 20.04 LTS была собрана полноценная система, включающая загрузчик U-Boot, дерева устройства (DeviceTree), ядро Linux и initramfs. Этот процесс включал в себя компиляцию всех компонентов из исходных кодов из официальных репозиториев компании Xilinx с учетом особенностей платформы Zynq-7000.

После успешной сборки и развёртывания системы на ZYBO были установлены необходимые инструменты для работы с Python. В частности, были установлены библиотеки NumPy и SciPy для математических вычислений и цифровой обработки сигналов, а также библиотека SoundDevice для захвата и воспроизведения аудиосигналов через внешнюю USB-аудиокарту. Это обеспечило основу для последующей реализации фильтрации аудиосигналов в реальном времени.

На втором этапе был спроектирован цифровой КИХ-фильтр (FIR) с помощью среды MATLAB. Используя инструмент FilterDesigner, были заданы параметры фильтра: частота среза 2200 Гц и частота подавления 2400 Гц, что позволило эффективно отсекать высокочастотные шумы и помехи в аудиосигнале. Также были настроены амплитудно-частотные характеристики фильтра, произведена визуализация отклика, и, после окончательной настройки, коэффициенты фильтра были экспортированы в CSV-файл для дальнейшего использования в Python.

Заключительный этап включал реализацию фильтрации на языке Python. Загрузив предварительно подготовленные коэффициенты фильтра из CSV-файла, Python-скрипт выполнял захват аудиосигнала с USB-аудиокарты и применял к нему алгоритм свёртки с использованием загруженных коэффициентов. Полученный в результате обработки очищенный сигнал выводился обратно на аудиовыход, что позволяло оценивать результат фильтрации в реальном времени. Помимо реальной обработки аудиопотока, система предусматривает запись как исходного зашумленного сигнала, так и обработанного фильтром варианта в формате WAV. Это позволяет проводить визуальный анализ сигналов в частотной и временной областях.

Проект подтвердил эффективность связки MATLAB, Python и аппаратной платформы ZYBO, продемонстрировав успешное подавление высокочастотных помех. Подобные решения могут применяться в задачах аудиофильтрации, обработки речи и других областях ЦОС.

УДК 004

ГУДКОВА Д. В.

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЙРОСЕТЕЙ В ЦЕЛЯХ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ФОНДОВОГО РЫНКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нейросети, обладая способностью адаптироваться к меняющимся условиям рынка и анализировать большие объемы данных, становятся важным инструментом в финансовом анализе. Цель работы — оценка перспектив и ограничений применения нейросетей для прогнозирования тенденций на фондовом рынке, что является ключевой задачей для инвесторов.

Существуют различные типы нейросетей (многослойные, свёрточные, рекуррентные, генеративные), которые используются для анализа данных и прогнозирования рыночных трендов. Обучение нейросетей (с учителем, без учителя, смешанное) позволяет им выявлять закономерности и адаптироваться к изменениям.

Нейросети используются для прогнозирования, автоматизации процессов и принятия решений. Основная задача фондового рынка — привлечение инвестиций. Прогнозирование с использованием нейросетей включает сбор, предварительную обработку и анализ данных, выбор архитектуры, обучение, тестирование и прогнозирование будущих значений. Нейросети учитывают исторические данные, новости, заявления руководства и другие факторы.

Преимущества: высокая точность прогнозов, учет нелинейных зависимостей, автоматизация процессов, гибкость и адаптивность.

Ограничения: необходимость больших объемов данных, сложность интерпретации результатов, возможность переобучения, неустойчивость к изменениям на рынке.

Примерыинструментов: ChatGPT, Stock Rover, T-Investments.

Риски: недостоверность сигналов, переобучение, игнорирование новых трендов, скорость реакции, ошибки, автоматизация торговли, «черный ящик».

Снижение рисков: проверка данных, использование нескольких сервисов, контроль эмоций, осторожность при инвестировании.

Нейросети гибкие, находят нелинейные зависимости, но выдают только прогноз, что ограничивает интерпретацию. Традиционные методы требуют наложения жёстких моделей, но дают доверительные интервалы. Разумно сочетать оба подхода.

УДК 004.318

ДЕМЕНТЬЕВ Д.А., ШАГАЛОВА П.А.

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ВЕРИФИКАЦИЯ СИСТЕМЫ НА КРИСТАЛЛЕ НА ОСНОВЕ ПРОЦЕССОРНОГО ЯДРА RISC-V

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время все ежедневно используют электронно-вычислительные устройства. Их применяют для управления какой-либо техникой, для автоматизации рутинных процессов, для обработки больших массивов данных, а также многих других задач. Устройства состоят из микроэлектронных компонентов, производными от которых являются микропроцессоры и микроконтроллеры, так называемые системы на кристалле (СнК). Проектирование и производство СнК довольно сложная, долгая и дорогостоящая задача. Перед тем, как вы-

пустить чип на масштабное производство, его нужно тщательно проверить и протестировать, выполнить так называемый процесс верификации СнК. Благодаря данному процессу мы убеждаемся, что микровычислительное устройство соответствует всем требованиям, которые заявлены в приложенной к нему спецификации и документации.

В данной работе был выполнен процесс функциональной верификации СнК на интеграционном уровне, при котором тестировалась корректность поведения интерфейсов GPR, UART, I2C и таймера при взаимодействии с ядром, основанном на архитектуре RISC-V. Также был выполнен тест «Dhrystone», оценивающий производительность ядра SCR1.

Входными данными работы являлся код устройств, написанный на языке SystemVerilog. Для синтеза и симуляции аппаратуры использован HDL симулятор Verilator, который может выполнять код намного быстрее аналогов, и затрачивает на это меньше ресурсов, так как преобразует SystemVerilog код в C++ код и выполняет его, как обычную программу. Для запуска и эмуляции ядра, а также всей системы был использован функциональный эмулятор Renode, который позволяет проводить совместные эмуляции, а также разрабатывать свои модели для эмуляции на языке Python. В результате выполнения работы реализованы:

- testbench файлы на C++ для Verilator, с помощью которых происходит инициализация модулей, пересчёт всех сигналов, а также возможность подключения к ним через интерфейс DPI;
- REPL файл, в котором описывается вся подключаемая аппаратура для эмулятора Renode и то, как она подключается;
- скрипт RESC, с помощью которого происходит создание описанной в файле REPL системы, её инициализация и загрузка файла прошивки;
- make скрипты для автоматизации сборки и запуска всего вышеперечисленного;
- тесты для каждого модуля, написанные на языке C;
- скрипт на специфичном для RobotFramework языке, для представления результата выполнения тестов в удобной форме, а также автоматизации их запуска.

Для определения того, насколько полно протестирован модуль, в ходе каждого теста были собраны три вида покрытия: функциональное, кодовое и активационное (покрытие срабатываний).

В ходе проделанной работы была успешно выполнена функциональная верификация отдельных модулей на интеграционном уровне, с применением совместной эмуляции с помощью Verilator и Renode. Следует отметить, что благодаря процессу совместной эмуляции с использованием Verilator и Renode, может быть значительно повешена скорость процесса разработки тестов и самой верификации, особенно при использовнииShift-Left подхода (так как разработка тестов может начинаться уже тогда, когда даже нет RTL-дизайна проектируемой аппаратуры).

УДК 004.8

ЖОРНОВАЯ А.С.

АНАЛИЗ МЕТОДОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ТЕКСТА, СГЕНЕРИРОВАННОГО ИСКУССТВЕННЫМ ИНТЕЛЛЕКТОМ, ДЛЯ ХУДОЖЕСТВЕННОГО И НАУЧНОГО СТИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Быстрое развитие и растущая распространенность сложных моделей генерации текста на базе искусственного интеллекта (ИИ) создали острую необходимость в надежных методах для различения контента, написанного человеком, и контента, созданного ИИ. Распростра-

нение искусственно сгенерированного текста создает значительные проблемы в различных областях, включая журналистику, образование и онлайн-коммуникацию, требуя эффективных механизмов обнаружения для смягчения потенциального неправомерного использования и поддержания целостности информации. Данное исследование делает попытку решить эту критическую потребность путем изучения ряда лингвистических особенностей и разработки надежной структуры обнаружения.

Целью исследования является разработка и сравнение методов определения сгенерированного текста для художественного и научного стилей, выявление наиболее эффективных подходов для каждого типа текста.

Были изучены существующие методы детекции сгенерированного текста (нейросетевые, статистические, лингвистические) и совершен обзор исследований по определению ИИ-текста в разных стилях (художественный vs научный).

Задачами исследования являются:

1. Подготовка датасетов, содержащих тексты (художественные и научные), включая сгенерированные (GPT-4, Gemini, Claude) и написанные человеком. Обработка тестовых данных (нормализация, удаление шума, токенизация).
2. Извлечение признаков:
   - синтаксические: длина предложений, глубина деревьев зависимостей;
   - лексико-статистические: N-граммы, частотность слов, разнообразие лексики;
   - стилометрические: тональность, метафоричность, показатели читабельности;
   - нейросетевыеэмбеддинги: BERT, RoBERTa (для сравнения контекстуальных паттернов).
3. Сравнительный анализ. Проведение статистических тестов (t-test, U-критерий Манна-Уитни) для выявления значимых различий между группами.
4. Обучение моделей (SVM, RandomForest, BERT-based) на признаках. Оценка точности для каждого стиля отдельно.
5. Определение ключевых признаков для детекции в каждом стиле. Сравнение эффективности методов.

Итогом работы должен стать сбор статистики - средние значения признаков по группам - человек (науч.), ИИ (науч.), человек (худ.), ИИ (худ.). Список самых важных признаков для классификации: для научных текстов: TTR, глубина дерева, пассивные конструкции, а для художественных: метафоры, вариативность длины предложений.

Предполагается обучение нескольких моделей, по результатам которого будет проведен сравнительный анализ эффективности различных методов обнаружения текста для научных и художественных текстов. Будет осуществлен выбор оптимальной модели и соответствующего набора признаков, обеспечивающих наивысшую точность и надежность обнаружения текста.

УДК 004.032.26

ЖУКОВ А.В., СОКОЛОВА Э.С.

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ УПРАВЛЕНИЯ ТРАСПОРТНЫМИ СРЕДСТВАМИ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные технологии искусственного интеллекта играют ключевую роль в оптимизации управления транспортными средствами (ТС). Большое количество исследований проводится в области разработки интеллектуальных транспортных систем, управляющих потоками движений ТС, ситуационным реагированием, решающих задачи логистики. Одной из интересных задач в этой области является использование методов машинного обучения для построения интеллектуальной системы оптимизации траектории движения спортивных ав-

томобилей [1]. Ключевой задачей в этой области является разработка алгоритмов, учитывающих физические характеристики автомобиля, параметры трассы и внешние условия. Основные этапы исследования включают:

- анализ существующих методов машинного обучения, таких как обучение с подкреплением и генеративные модели[2][3];
- разработку целевых функций, балансирующих скорость, устойчивость и точность управления;
- создание алгоритмов, устойчивых к изменяющимся условиям, включая погодные факторы и ошибки управления;
- оптимизацию вычислительных ресурсов для повышения эффективности работы системы.

В результате исследований проведен анализ интеграции нейронных сетей в процесс принятия решений, что позволило повысить адаптивность управления. В частности, была рассмотрена возможность использования сверточных и рекуррентных нейронных сетей для предсказания оптимальных траекторий и корректировки движения в реальном времени [4].

Кроме того, исследование рассмотрело применение методов ансамблирования и самообучающихся моделей, позволивших корректировать решения в процессе эксплуатации. Для проверки эффективности разработанных моделей предлагалось использовать гибридные подходы, объединяющие алгоритмы традиционного оптимизационного моделирования и современные методы глубокого обучения.

Практическое применение результатов проведенного анализа решений в области построения систем управления возможно в таких прикладных областях, как автоспорт, разработка автономного транспорта, а также в инженерных решениях, направленных на повышение безопасности движения. Внедрение подобных систем было направлено на повышение точности и безопасности управления транспортными средствами в условиях сложных дорожных ситуаций, оптимизацию траекторий движения и сокращение энергозатрат.

Проведение исследований в области разработки интеллектуального программного обеспечения для автоматизированного управления траекторией движения автомобилей и принятия решений в режиме реального времени способствовало дальнейшему развитию технологий в области автономного вождения и высокоточного управления движением.

Библиографический список

1. LeCun Y., Bengio Y., Hinton G. Deep Learning // Nature, vol. 521, no. 7553, pp. 436–444, May 2015. URL: https://www.nature.com/articles/nature14539 (датаобращения: 02.02.2025).
2. Goodfellow I.J., Bengio Y., Courville A. Deep Learning // MIT Press, 2016. URL: https://www.deeplearningbook.org/
3. Kingma D.P., Welling M. Auto-Encoding Variational Bayes // International Conference on Learning Representations (ICLR), 2014. URL: https://arxiv.org/abs/1312.6114 (Schmidhuber J. Deep Learning in Neural Networks: An Overview // Neural Networks, vol. 61, pp. 85–117, 2015. URL: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0893608014002135

УДК 004.056.55

ЗАПЛАТИН А.С., БАЛАШОВА Т.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ МЕТОДОВ ШИФРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ В РЕЛЯЦИОННЫХ БАЗАХ ДАННЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире критически важна безопасность данных в реляционных базах данных (РБД) [1]. Защита информации в реляционных базах данных - это процесс применения различных методов и технологий, включая шифрование, контроль доступа, аутентификацию,

авторизацию, мониторинг и резервное копирование, с целью обеспечения безопасности данных, хранящихся в реляционной базе данных. Основная цель защиты информации заключается в предотвращении несанкционированного доступа, изменения, уничтожения или утечки данных, а также в обеспечении их доступности для законных пользователей в соответствии с определенными политиками безопасности.

Рассмотрим один из ключевых аспектов обеспечения безопасности РБД — методы шифрования, проанализируем их эффективность и практическое применение.

Шифрование на уровне хранения (TransparentDataEncryption, TDE) — это метод защиты данных в реляционных базах данных, при котором шифрование и расшифровка данных происходят автоматически, без вмешательства приложения. При реализации данного метода защиты, данные шифруются непосредственно на диске, на котором хранится база данных, и расшифровываются только при доступе к ним. Пользователи и приложения работают с данными так, как будто они не зашифрованы — прозрачность для пользователей и приложений является ключевым преимуществом TDE.

Шифрование на уровне столбцов (Column-LevelEncryption) — это метод защиты данных в РБД, при котором шифруются отдельные столбцы или поля таблицы, а не вся база данных целиком, как в случае TDE. Этот подход обеспечивает более гранулярный контроль над шифрованием, позволяя защищать только наиболее чувствительные данные, оставляя остальную часть базы данных не зашифрованной.

Шифрование на уровне приложений (Application-LevelEncryption) — это метод защиты данных, при котором шифрование и расшифровка данных выполняются непосредственно в самом приложении, а не в системе управления базами данных (СУБД). Это означает, что данные шифруются до того, как они попадают в базу данных, и расшифровываются после извлечения из базы данных, на стороне приложения. Такой подход обеспечивает максимальный контроль над процессом шифрования и предоставляет возможность защитить данные от всех, включая администраторов базы данных и других пользователей с доступом к СУБД.

Сравнение методов шифрования РБД можно количественно оценить по нескольким критериям: производительность и безопасность. Производительность измеряется временем шифрования/расшифровки, пропускной способностью и нагрузкой на процессор/память, демонстрируя влияние на скорость работы системы. Безопасность оценивается длиной ключей и устойчивостью к различным атакам. Используя эти количественные показатели в рамках тестирования, можно определить оптимальный метод для конкретных требований, балансируя между безопасностью, производительностью и затратами, а также учитывая качественные характеристики и соответствие стандартам.

1. Реляционные базы данных // YandexCloudURL: https://yandex.cloud/ru/docs/glossary/relational-databases (дата обращения: 03.02.2025).

УДК 004.032.26

ЗАХАРОВ Д.Д., ТИМОФЕЕВА О.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ АРХИТЕКТУР НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ ДЛЯ КЛАССИФИКАЦИИ СИГНАЛОВ ЭКГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная кардиология остро нуждается в эффективных методах автоматизированного анализа электрокардиограмм (ЭКГ) в связи с глобальным ростом сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). По данным ВОЗ, ССЗ остаются основной причиной смертности, ежегодно унося жизни около 18 млн человек [1]. Традиционные методы диагностики,

основанные на визуальном анализе ЭКГ, не только подвержены субъективным ошибкам, но и создают значительную нагрузку на врачей, особенно в условиях дефицита специалистов. Внедрение алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) может не только повысить точность диагностики, но и ускорить обработку данных, что особенно критично при острых состояниях, таких как инфаркт миокарда или жизнеугрожающие аритмии.

В работе проводится сравнительный анализ трёх ключевых архитектур глубокого обучения для автоматической классификации сигналов ЭКГ:

- сверточных нейронныхсетей (CNN – Convolutional Neural Network),
- рекуррентных сетей с долгой краткосрочной памятью (LSTM – Long Short-Term Memory),
- трансформеров (Transformer).

Актуальность исследования обусловлена не только поиском оптимальных моделей для автоматизации анализа ЭКГ, но и растущим запросом медицинского сообщества на воспроизводимые и интерпретируемые алгоритмы, соответствующие принципам доказательной медицины.

Для обучения и валидации моделей использовался публичный датасет (PTB-XL), предварительно нормализованный для минимизации артефактов. В качестве метрик оценки применялись F1-score и ROC-AUC, что особенно важно для медицинских данных с выраженным дисбалансом классов (например, редкие, но клинически значимые аритмии).

Предварительные результаты с архитектурами CNN и LSTM позволили достичь F1-score=0.75 и ROC-AUC=0.9 - уровня, приемлемого для исследовательских целей, но пока недостаточного для клинического применения. Также в процессе исследования была выявлена более высокая скорость обучения CNN (в ~1.5 раза) по сравнению с LSTM, что делает свёрточные нейронные сети более предпочтительными для ресурсоэффективных решений.

Для повышения точности (F1-score > 0.85) и последующего практического внедрению целесообразно сосредоточиться на оптимизации данных (аугментация, балансировка классов). В дальнейшем также планируется изучить потенциал трансформеров с точки зрения точности классификации, скорости и ресурсозатратности, после чего качественно сравнить с результатами других архитектур.

1. Всемирная Организация Здравоохранения. Сердечно-сосудистые заболевания – Электронный ресурс // URL: https://www.who.int/ru/health-topics/cardiovascular-diseases#tab=tab_1

УДК 004

ИСАЕВ М.А., ДМИТРИЕВ Д.В., ВАЙНБАУМ Д.А., МЕЛЬНИКОВ Р.В.

ОЦЕНКА МЕХАНИЗМОВ АУТЕНТИФИКАЦИИ В PYTHON-BACKEND ПРИЛОЖЕНИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аутентификация является одним из основных способов обеспечения безопасности веб-приложений. Рассматривая рейтинг OWASP, составленный на основе исследования уязвимостей в 2019 году, следует отметить, что уязвимости веб приложений, связанные с недостатками аутентификации имеют отметку «высокий риск» и лидируют в рейтинге уязвимостей. Данная тенденция сохраняется и подтверждается исследованиями лаборатории Касперг-

ского в 2021-2023 годах. Много веб-приложений содержит определённую уязвимость и критичное воздействие этой ошибки на приложение.

Уязвимости аутентификации делятся на следующие ключевые группы: недостаточная аутентификация, уязвимости в конфигурациях аутентификации и проблемы с управлениями сессиями. Каждая группа представляет конкретные опасности и риски. Недостаточная аутентификация возникает, когда система позволяет получить доступ к важной информации или функциям без достаточной аутентификации. Уязвимости в конфигурациях возникает при неправильной конфигурации систем аутентификации и авторизации. Проблемы с управлениями сессиями включают слабую реализацию механизмов, отвечающих за идентификацию пользователей и управление их сессиями.

Для предотвращения уязвимостей необходимо тщательно проектировать систему аутентификации, проводить аудит и мониторинг, правильно настраивать политики безопасности. Наиболее популярным методом аутентификации является парольная аутентификация, SingleSign-On (SSO), двухфакторная аутентификация и OAuth. Парольная аутентификация основана на сравнении введенного пользователем пароля с хранимым хешем в базе данных. SingleSign-On (SSO) предоставляет возможность единовременной аутентификации для доступа ко всем связанным сервисам через сторонний сервис. Двухфакторная аутентификация (2FA) включает два этапа проверки: введение пароля и подтверждение через дополнительный фактор (SMS-код, приложение). OAuth позволяет пользователям предоставлять доступ к своим данным сторонним сервисам без передачи учетных данных.

Для реализации методов аутентификации используются решения, включающие обширный функционал и обеспечивающие удобное использование и быструю реализацию. Библиотека Authomatic предназначена для аутентификации пользователей через различные социальные сервисы и провайдеры OAuth. Keycloak поддерживает различные протоколы аутентификации и авторизации, включая OpenIDConnect, SAML, и OAuth 2.0, 2FA. Passlib поддерживает более 30 различных алгоритмов хэширования паролей. Authlib разработана для поддержки различных протоколов аутентификации и авторизации, включая OAuth, OpenIDConnect, и другие.

Разрабатывая многопользовательские приложения, где backend написан на Python, на примере сайтов с онлайн-продажами, следует применять KeyCloak или Authtomatic, которые предоставляют наиболее гибкие способы реализации рассмотренных методов аутентификации и обеспечивают высокий уровень безопасности. При этом KeyCloak используется для двухфакторной и SSO аутентификации, но за счёт высокой гибкости имеет сложность реализации. Authomatic, более проста в реализации, но более применима для метода OAuth. Соответственно, необходимо грамотно использовать эти решения, под соответствующую ситуацию, с возможностью их интеграции и совместного использования, для дальнейшей эксплуатации системы аутентификации в приложении.

УДК 004.932.2

КУЗЬМИН Р.С., ШАГАЛОВА П.А.

ОПТИМИЗАЦИЯ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ ДЛЯ ПОИСКА КЛЮЧЕВЫХ ТОЧЕК НА ИЗОБРАЖЕНИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные алгоритмы компьютерного зрения играют ключевую роль в решении широкого круга задач, таких как автоматическое управление, робототехника, медицинская диагностика и анализ изображений. Одной из важных проблем в области анализа изображений является детектирование углов и ключевых точек на кривых, используемое для точного определения геометрических особенностей объектов. Эффективные алгоритмы детектирова-

ния углов позволяют улучшить работу систем трекинга, распознавания форм и трёхмерной реконструкции.

В данной работе рассматриваются алгоритмы: “Детектор углов, основанный на глобальных и локальных свойствах кривизны”, “FeaturesfromAcceleratedSegmentTest”. Исходная реализация алгоритма, основанного на глобальных и локальных свойствах кривизны, использует методы сглаживания гауссовским фильтром, численного дифференцирования и поиска экстремумов функции кривизны. Алгоритм FAST выполняет анализ окрестности пикселей точки-кандидата (рассматривая при этом круговую зону из 16 точек). Алгоритм FAST является более простым в реализации и в разработке, поскольку он не вычисляет кривизну контуров, а использует напрямую интенсивность соседних пикселей для определения угла.

Для ускорения вычислений и повышения эффективности алгоритмов в работе применялись оптимизации, включая кэширование, параллельные вычисления и использование высокопроизводительных библиотек, таких как OpenCV.

Тестирование и компиляция алгоритмов выполнялись с помощью GCC (GNU CompilerCollection), что обеспечило переносимость и эффективную оптимизацию кода. Основной решаемой задачей являлась оптимизация и повышение скорости работы алгоритмов, для возможности их последующего запуска на маломощных устройствах.

Для повышения производительности в работе использованы компиляторная и алгоритмическая оптимизации. Компиляторные оптимизации выполнены с флагами: -O1, -O2, -O3 и Ofast, которые дали прирост скорости работы алгоритма на 5 – 10%.

При алгоритмической оптимизации рассматриваемых алгоритмов мы обратили внимание на следующие моменты, перечисленные далее.

1. Гауссовское ядро при каждом вызове функции вычисляется заново, что создает дополнительные вычислении для обработки кривых. Было принято решение кэшировать гауссовское ядро и изменять его только при изменении ширины ядра.
2. Вместо явного использовании свертки мы используем векторные функции библиотеки OpenCV, такие как filter2D. Это особенно эффективно при обработке длинных кривых.
3. Для ускорения обработки множества кривых мы использовали многопоточное программирование с помощью директив OpenMP. Это позволяет в полной мере загрузить центральный процессор, что существенно сокращает время обработки кривых.
4. Вместо ручного вычисления производных, применяется оператор Собеля, который обеспечивает более точное вычисление производных.

По сравнению с компиляторной оптимизацией, алгоритмическая оптимизация дала более существенное повышение скорости работы алгоритмов. Многопоточность позволила распределить процесс выполнения алгоритмов между всеми ядрами CPU.

УДК 004

МЕЛЬНИКОВ Р.В., ДМИТРИЕВ Д.В., ИСАЕВ М.А., ВАЙНБАУМ Д.А.

МЕТОДЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ МИКРОСЕРВИСНЫХ КЛИЕНТСКИХ ПРИЛОЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Микрофронтенды (Microfrontends) представляют собой архитектурный подход, который позволяет разделять фронтенд-приложение на независимые модули, разрабатываемые, тестируемые и развертываемые отдельно. Однако, как и в случае с микросервисами, безопасность микрофронтендов становится критически важным аспектом, особенно когда речь идет о защите данных пользователей и предотвращении утечек информации.

Одним из ключевых подходов к обеспечению безопасности микрофронтендов является использование паттерна Backend-for-Frontend (BFF), предполагающий создание отдельного серверного слоя для каждого микрофронтенда, который выступает в роли посредника между фронтендом и бэкендом. Преимущества BFF включают изоляцию данных, что позволяет ограничить доступ микрофронтенда только к тем данным, которые ему действительно необходимы, минимизируя риск утечки информации. Кроме того, BFF может обрабатывать аутентификацию и авторизацию, что упрощает управление доступом и снижает нагрузку на фронтенд. Также BFF скрывает детали реализации бэкенда:клиент отправляет запросы на BFF, который проверяет токен доступа и перенаправляет запросы к соответствующим микросервисам. BFF также может обновлять токены доступа в фоновом режиме, используя механизм SilentLogin.

SilentLogin, или фоновая аутентификация, — это метод, который позволяет обновлять токены доступа без участия пользователя. Это особенно полезно в микрофронтендах, где несколько независимых модулей могут требовать доступ к защищенным ресурсам. Когда токен доступа истекает, микрофронтенд отправляет запрос на обновление токена через скрытый iframe или специальный endpoint. Сервер аутентификации проверяет refreshtoken и выдает новый токен доступа. Пользователь остается авторизованным, и процесс обновления токена происходит незаметно для него. Этот метод улучшает пользовательский опыт за счет отсутствия необходимости повторной аутентификации и снижает риск утечки данных, так как токены обновляются автоматически.

Каждый микрофронтенд должен быть изолирован от других, чтобы предотвратить утечку данных между модулями. Это можно достичь с помощью таких методов, как песочница (Sandboxing), предполагающая использование iframe или WebWorkers для изоляции данных. Важно ограничить доступ к глобальным объектамwindowилидocumentдля предотвращения вмешательство в работу других модулей. Использование Shadow DOM позволяет изолировать стили и DOM-элементы микрофронтенда, что также способствует повышению безопасности.

Микрофронтенды также подвержены атакам, таким как межсайтовый скриптинг (XSS) и межсайтовая подделка запросов (CSRF). Для защиты от них рекомендуется проводить валидацию и санитизацию данных, чтобы все данные, поступающие от пользователя или из внешних источников, были проверены и очищены перед использованием. Использование Content Security Policy (CSP) позволяет ограничить источники, из которых можно загружать скрипты, стили и другие ресурсы. Для защиты от CSRF используются токены CSRF, которые проверяют подлинность запросов.

Регулярный мониторинг и аудит безопасности микрофронтендов помогают выявлять уязвимости и предотвращать потенциальные атаки. Для этого нужно использовать логирование и анализ событий, ведя журналы всех запросов и ответов для последующего анализа. Сканирование уязвимостей с помощью автоматизированных инструментов позволяет находить уязвимости в коде и зависимостях. Проведение тестов на проникновение (пентестинг) помогает оценить уровень безопасности микрофронтендов и выявить слабые места.

УДК 004.056.2

МИНЕЕВ К. С., КАПРАНОВ С. Н.

ЭВОЛЮЦИЯ АТАК BUFFER OVERFLOW

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из первых изобретённых способов атаки на программное обеспечение является “Buffer Overflow” – атака “Переполнения Буфера”. Впервые атака данного типа использовалась вредоносным ПО “Червь Мориса” в 1988 году [1] и стала одним из наиболее часто используемых методов взлома компьютерных систем [2].

Принцип эксплуатации переполнения буфера заключается в записи данных за границы области, выделенной для этих данных. Из-за последовательного хранения информации в компьютерной памяти подобная коллизия может привести к изменению поведения или аварийному прекращению работы программы. Для избежания подобных событий были созданы программные средства противодействия, такие как: StackGuard, DEP, ASLR и др. Однако, их действие направлено на усложнение выполнения атаки, но не на устранение самой уязвимости. Более того, большинство средств противодействия лишь пресекают возможность изменения поведения программы, аварийно завершая её, т. е. изменяют исход эксплуатации уязвимости на, возможно, более предпочтительный. Существуют средства противодействия, направленные на устранение уязвимости переполнения буфера, но они понижают производительность исполняемых программ и требуют аппаратных модификаций компьютерной системы [3].

Несмотря на уже созданные средства противодействия переполнению буфера, данный вектор атаки всё ещё остаётся возможным и увеличение количества средств противодействия продолжается. При этом, каждое новое средство может уменьшать производительность исполняющей системы добавляя новые ограничения при взаимодействии с памятью, но так и не решая проблему переполнения буфера. Это ведёт к новым, ещё более сложным подходам к эксплуатации переполнения буфера, позволяющие обходить новые ограничения. Актуальность атаки подтверждается новыми уязвимостями в различных базах данных: CVE-2025-3512 – уязвимость, связанная с переполнением буфера в куче, в графическом фреймворке “Qt”; CVE-2025-32464 – уязвимосить переполнения буффера в куче в сетевом балансировщике нагрузки “HAProxy”; BDU:2024-00768 – уязвимость выхода за границы буфера в прошивке маршрутизатора “Totolink” и т. д.

В работе разбираются методы исполнения атак типа buffer overflow и средства противодействия им на уровне системы, исполняющей уязвимый код. При этом не затрагиваются средства анализа исходного кода программы, т. к. подобный подход не может гарантировать надёжной защиты, перекладывая ответственность за возможность эксплуатации уязвимости с исполняющей системы на проверяющую систему. Отслежена связь между методами атак и противодействий: каждый последующий метод атаки является обходом противодействующих средств, а каждое противодействующее средство – закрытием нового метода использования уязвимости. На основе этих зависимостей был построен граф эволюции атак и противодействий.

В ходе исследований было подтверждено, что, несмотря на многолетнюю гонку методов эксплуатации уязвимости переполнения буфера и методов противодействия им, угроза использования атак подобного типа остаётся актуальной. На данный момент не существует эффективного способа полностью избавится от уязвимостей переполнения буфера на уровне исполняющей системы. Поиск такого способа или доказательство его отсутствия является темой будущих исследований.

Библиографический список

1. Паринов, М.А. Анализ существующих средств защиты от переполнения буфера на стеке и способы их обхода / М.А. Паринов // Глобальная ядерная безопасность. 2019. № 2 (31). С. 15–22.

2. Younan Y. 25 Years of Vulnerabilities: 1988-2012. / Y. Younan // Sourcefire Vulnerability Research Team. – 2013.

3. Кузьмин, К.В., Мартынов И. А. Схема проверки доступа к памяти / К.В. Кузьмин, И.А. Мартынов // Вопросы кибербезопасности. 2013. № 3. С. 29–32.

УДК 004.056.53

ОВЧАРЕНКО Е.Ю., ДМИТРИЕВ Д.В.

РАЗРАБОТКА МОДУЛЯ БЕЗОПАСНОЙ АУТЕНТИФИКАЦИИ В РАМКАХ ВЕБ-СЕРВИСА ПО ПОДБОРУ ОДЕЖДЫ «GETCLOSET»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире аутентификация пользователей является неотъемлемым элементом большинства информационных сервисов. Наиболее приоритетной задачей таких систем является защита идентификационных и финансовых данных человека. Однако сервисы, не обрабатывающие конфиденциальные данные, подобные банковским, также нуждаются в защите информации, так как любая информация взаимосвязана, а даже кража электронного адреса пользователя в дальнейшем может быть использована для других вредоносных целей и иметь серьезные последствия.

В целях повышения безопасности принято решение разработать модуль аутентификации с использованием современных подходов проверки подлинности. В качестве апробации разработанного модуля безопасной аутентификации выбран веб-сервис по подбору одежды «GetCloset», на данный момент использующий парольную аутентификацию. Успешное внедрение модуля в данном веб-сервисе станет подтверждением его пригодности для интеграции в другие подобные приложения, требующие повышенной защиты аутентификации. Отличительные особенности реализации - простота и удобство, которые позволят пользователям быстро входить в систему без дополнительного оборудования.

В качестве метода повышения безопасности выбрана двухфакторная аутентификация. Первым фактором является формульная аутентификация, вторым – графическая аутентификация.

Формульная аутентификация [1] позволяет динамически модифицировать пароли пользователей на основе индивидуальной формулы. При регистрации пользователь задает свой пароль, затем при авторизации он, как и система, выполняет расчет формулы. В зависимости от результата расчета изменяется вводимый пользователем пароль. В случае совпадения результатов пользователя и системы первый фактор считается пройденным. Сама формула обладает простотой вычисления, чтобы не затруднять процесс авторизации.

В рамках графической аутентификации [2] при регистрации пользователю предложено загрузить четыре своих изображения в систему. Изображением служит любая уникальная картинка или фотография пользователя. Затем пользователь задает последовательность изображений, которая является его «ключом», система сохраняет эту последовательность. В процессе авторизации будет выполнен показ изображений в перемешанном виде. Пользователю необходимо составить правильную комбинацию картинок. Если последовательность окажется верной, второй фактор аутентификации пройден и доступ к системе разрешен. Исходная последовательность и ответы пользователя зашифрованы.

Таким образом, комбинированный подход формульной и графической аутентификации делает систему более устойчивой к атакам, и в то же время не доставляет сложности пользователям. Кроме того, данный метод обладает гибкостью и позволяет изменять набор и сложность формул, а также параметры и количество изображений.

Библиографический список

1. Коломойцев, В. С. Формульный метод аутентификации пользователя / В. С. Коломойцев, Е. С. Марковский, Д. А. Дубровина // Инновационное приборостроение. – 2023. – Т. 2, № 3. – С. 77-83. – DOI 10.31799/2949-0693-2023-3-77-83. – EDN NQOVQP.
2. Golar, Priti& Sharma, Rika(2024) A secured image based three factor user authentication system, Journal of Statistics and Management Systems , 27:2, 295–302.

УДК 004.93

ОПАРИН С. А., ТИМОФЕЕВА О. П.

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНОЙ ПРЕДОБРАБОТКИ АУДИОЗАПИСЕЙ В ЗАДАЧЕ ВЫЯВЛЕНИЯ СИНТЕЗИРОВАННЫХ ГОЛОСОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные генеративные нейросети (модели на основе архитектур TTS[1], GAN[2]) достигли уровня, позволяющего создавать синтезированные голоса, практически неотличимые от реальных, что порождает серьёзные риски мошенничества, утечки персональных данных и дестабилизации общественно-политической ситуации. Использование классифицирующих нейросетей для определения вероятности наличия на записи синтезированного голоса легло в основу моего исследования и привело к обнаружению актуальной проблемы, решение которой сможет повысить эффективность автоматического обнаружения фальсификации голоса на записи или в ходе прямой трансляции.

В ходе обучения моделей, наблюдались результаты классификации, близкие к идеальным, как на тренировочном, так и на тестовом наборе данных. При анализе входных данных был зафиксирован большой объём ложных срабатываний, когда запись с реальным голосом помечалась как запись, содержащая изменённый голос, с низкой уверенностью, но превышающей вероятность верного результата. В ходе анализа данных для обучения был выявлен характерный признак записей со сгенерированным голосом. Результатом работы генераторов, использующихся для накопления материала, всегда являлись записи без посторонних шумов, с довольно чётким произношением слов и хорошей слышимостью. С другой стороны, реальные интервью часто содержали в себе посторонние шумы или различались по качеству записи голоса. При обработке профессионального интервью, сделанного в помещении с использованием соответствующего оборудования, обученная модель сопоставляла получающиеся спектрограммы с «идеальными» спектрограммами синтезированных голосов и выносила свой вердикт как «Сгенерировано».

Для улучшения качества обнаружения реальных данных из записей, получаемых из внешних источников, была предпринята попытка рукотворного ухудшения исследуемых участков, посредством применения фильтров для высоких и низких частот, без влияния на основной массив данных, представляющий запись разговора с голосом (рис. 1).

Согласно стандарту узкополосной связи, при телефонном разговоре, разговор передаётся в диапазоне от 300 до 3400 Гц. К началу 2010-х годов, операторы начали вводить стандарт широкополосной передачи в пределах от 50 до 7000 Гц, что считается передачей в высоком качестве даже по современным меркам. При удалении иных частот можно избавиться от большинства шумов и привести записи к одному формату записи и диапазону.

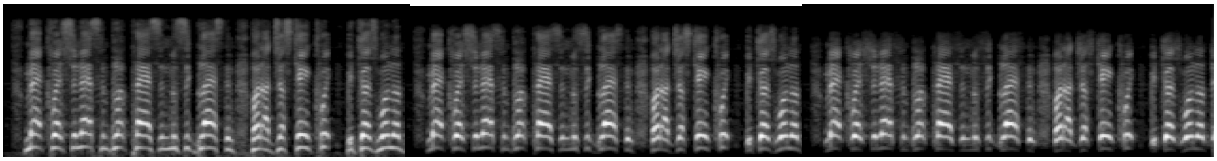


Рис. 1. Фрагменты обучающего набора: оригинал, с фильтром 50/6000 Гц, с фильтром 50/4000 Гц

Библиографический список

1. **Li, X.** Tts-gan: A transformer-based time-series generative adversarial network // International conference on artificial intelligence in medicine. – Cham: Springer International Publishing, 2022. – С. 133-143.

2. **Gogate, M.** Robust real-time audio-visual speech enhancement based on DNN and GAN // IEEE Transactions on Artificial Intelligence. – 2024.

УДК 004.93

ПШЕНИЦЫНА П.С., ШАГАЛОВА П.А.

ИНТЕГРАЦИЯ RISC-V ВЕКТОРНЫХ ИНСТРУКЦИЙ В OPENCV ДЛЯ УСКОРЕНИЯ ОБРАБОТКИ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университетим. Р.Е. Алексеева

С ростом популярности архитектуры RISC-V возникает необходимость оптимизации библиотек компьютерного зрения (в частности, OpenCV) под её векторные расширения (RVV). Ускорение обработки изображений за счёт SIMD-инструкций критически важно для задач реального времени, таких как распознавание объектов, фильтрация и т.п.

В рамках данной работы исследована возможность интеграции RISC-V VectorExtensions (RVV) Instruction в код OpenCV для ускорения операций обработки изображений.

Для достижения поставленной цели исследования выполнена разработка прототипов функций с RVV, а также замеры скорости выполнения для сравнения скалярной и векторной версий.

Для сборки программного кода и его тестирования использовался кросс-компилятор RISC-V GNU CompilerToolchain, что позволило разрабатывать код на основной машине.

Код библиотеки OpenCV был модифицирован для поддержки RVV, причем, в качестве тестового случая была выбрана операция cv::add (поэлементное сложение массивов). Выбор именно данной операции для проведения экспериментов был выполнен по следующим причинам:

- простота алгоритма (идеальна для первичной верификации подхода);
- наличие эталонных SIMD-реализаций для x86 (SSE/AVX) и ARM (NEON);
- высокая востребованность в обработке изображений.

В процессе модификации кода операции cv::add под RVV была изучена ее существующая SIMD-реализация, а затем на её основе разработана новая версия с использованием RISC-V VectorExtensions (RVV). При этом учтены особенности RVV, такие как динамическая настройка длины вектора (vsetvl) и использование векторных регистров (vadd.vv для сложения).

Внесенные в код изменения активируются автоматически при сборке под RISC-V с поддержкой RVV – это выполнено за счет добавления в код библиотеки условной компиляции для поддержки RVV (аналогично существующим реализациям под SSE/NEON).

Для апробации и оценки эффективности применения векторных расширений для обработки изображений были осуществлены замеры скорости выполнения скалярной версии cv::add (базовая, без SIMD) и векторной версии (RVV). При этом выполнено:

- сравнение результатов скалярной и RVV-версий на n случайных наборах данных;
- проверка граничных случаев (пустые матрицы, разные размерности);
- подтверждение работоспособности подхода (убедились, что RVV-версия cv::add корректно интегрирована в OpenCV).

В итоге векторная версия с RVV показала увеличение скорости выполнения в 1,5-2 раза по сравнению со скалярной. Также была выявлена зависимость производительности от размера обрабатываемых данных - наиболее приближенные к теоритическим расчетам результаты получались на большом объеме данных.

В результате проведенной работы первая функция (cv::add) для RVV была успешно адаптирована, что подтвердило принципиальную возможность интеграции и стало основой для оптимизации других операций (фильтрация, свёртка). Для простых операций (сложение, умножение) RVV-реализация практически полностью повторяет логику других SIMD-версий (SSE/NEON), но требует учёта специфики RISC-V (например, настройки vsetvl).

УДК 004

РЕЗЦОВ С.М.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ БОЛЬШИХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ (LLM) ДЛЯ ОЦЕНКИ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ РЕГИОНОВ РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Цифровой объём данных в мире продолжает стремительно расти. Это связано с тем, что информационный поток проходит через все сферы человеческой жизни. В связи с этим увеличивается нагрузка на экспертов, занимающихся аналитикой. Очевидно, что традиционные методы анализа информации теряют эффективность. В этих условиях, наиболее перспективным решением сложившейся проблемы становятся большие языковые модели (LargeLanguageModels).

Для выявления привлекательности региона команда экспертов проводит анализ его экономических и социальных показателей. Однако существует риск искажения интерпретации данных. Кроме того, для составления оценки привлекательности эксперт будет вынужден собрать большой объём информации из открытых источников таких как: СМИ, социальные сети. Применение традиционных методов анализа делает процесс формирования такой оценки более трудоёмким и длительным – от нескольких недель до нескольких месяцев. Помимо временных затрат, на команду аналитиков будут потрачены и значительные финансовые ресурсы. Использование моделей ИИ позволит оптимизировать, как временные, так и финансовые расходы. Как следует из статьи [1], LLM обрабатывают большие объёмы данных существенно быстрее человека. Однако, отдельно стоит отметить, что качество анализа, предоставленного моделью, будет на прямую зависеть от качества поставляемых данных. Даже для современных моделей необходимо передавать не просто «сырые» данные [2], но и релевантные фрагменты искомой информации. Большое значение также имеет тип данных. Размеченные данные, содержащие аннотацию, будут проще в интерпретации для модели. Главным преимуществом LLM перед традиционными методами анализа можно назвать выявление скрытых связей и паттернов. Кроме того, анализ, предоставленный искусственным интеллектом, будет обладать большей объективностью, чем экспертная оценка.

На данный момент LLM стали мощным аналитическим инструментом. Несмотря на всё вышеперечисленное, стоит также принимать в учёт и ряд ограничений, в первую очередь связанных с высокой чувствительностью моделей к данным и этический вопрос их использования. В частности, возникает необходимость однозначно регламентировать, кто будет нести ответственность в случае некорректной интерпретации информации. Таким образом, при осознании ограничений LLM, их применение в сочетании с экспертной верификацией может значительно повысить эффективность аналитических процессов.

Библиографический список

1. LeanCenter. (2023). ChatGPT против человеческого интеллекта: кто лучше анализирует данные? Ссылка на ресурс: https://lean-center.ru/chatgpt-protiv-chelovecheskogo-intellekta-kto-luchshe-analiziruet-dannye/
2. Aiall.ru. (2023). Исследование Стэнфордского университета: большой контекст не означает лучшего понимания. Ссылка на ресурс: https://aiall.ru/2023/07/22/issledovanie-stenfordskogo-universiteta-vyzyvaet-somneniya-v-predpolozheniyah-o-yazykovyh-modelyah-bolshij-kontekst-ne-oznachaet-luchshego-ponimaniya

УДК 004.832.2

СЕРГЕЕВ О.А., БУХНИНА.В.

ГЕНЕРАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА ПО ОПИСАНИЮ НА ЕСТЕСТВЕННОМ ЯЗЫКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Генерация программного кода по описанию на естественном языке является перспективным и эффективным инструментом автоматизации разработки программного обеспечения. Она позволяет снизить порог входа в программирование, повысить производительность труда разработчиков и иных IT-специалистов, чья работа связана с написанием программного кода, уменьшить количество ошибок, допускаемых ими, ускорить разработку программного обеспечения и снизить затраты на неё.

На сегодняшний день на рынке представлено множество инструментов для генерации программного кода по описанию на естественном языке: GithubCopilot, OpenAICodex, AmazonCodeWhisperer, Tabnine, ReplitGhostwriter и т.д. Они способны не только генерировать код по описанию, но и создавать интеллектуальные подсказки в реальном времени, интегрироваться с популярными IDE и системами контроля версий, упрощать рефакторинг и проверку качества кода.

Такие решения применяют машинное обучение и модели обработки естественного языка (NaturalLanguageProcessing, NLP). В основе большинства из них лежат архитектуры трансформеров (encoder-decoder и decoder-only), обученные на больших корпусах “текст — код” и дообученные методом fine-tuning. Для повышения релевантности результата они используют механизмы attention, методы prompt-engineering и Retrieval-AugmentedGeneration (RAG), а некоторые — гибридные подходы с Domain-SpecificLanguages (DSL) и кластеризацией кандидатныхсэмплов кода.

В современном мире технологии генерации кода по описанию на естественном языке находят применение в различных сферах человеческой деятельности:

- В разработке программного обеспечения они позволяют автоматически генерировать базовый код, шаблоны и стандартные структуры, упрощают процесс написания автоматизированных тестов и документации.
- В образовании эти технологии используются в качестве интеллектуальных помощников для обучения программированию, а также для создания интерактивных учебных материалов.
- В бизнес-процессах они применяются для внедрения низкокодовых (low-code) и бескодовых (no-code) платформ, позволяющих создавать приложения без необходимости написания сложного программного кода. Также эти технологии позволяют автоматизировать интеграцию используемых в компаниях платформ и API.
- В кибербезопасности такие технологии применяются для автоматизации анализа уязвимостей, мониторинга и реагирования на инциденты, тестирования безопасности.

Несмотря на явные преимущества, генерация программного кода по описанию на естественном языке имеет определенные ограничения. Ключевыми вызовами, препятствующими широкому распространению данной технологии, являются:

- Обеспечение точности интерпретации сложных запросов. Запросы, составляемые человеком, могут быть неоднозначными, недостаточно детализированными или включать контекст, который трудно распознать искусственному интеллекту.
- Контроль качества кода. При генерации кода искусственный интеллект может применить не лучшее по производительности решение, допустить некоторые ошибки в логике или сгенерировать решения, не отвечающие требованиям безопасности продукта.

Однако с развитием технологий искусственного интеллекта возможности генерации программного кода по описанию на естественном языке продолжают расширяться, делая ин-

струменты, использующие данную технологию, все более востребованными и перспективными.

УДК 004.383.3

СИДЯГИН К.Е., КОРЕЛИН О.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ ДЛЯ АНАЛИЗА ПОТОКА ВОДЫ НА ОДНОПЛАТНОМ КОМПЬЮТЕРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цель исследования – применение спектрального анализа для исследования потока воды на одноплатном компьютере RaspberryPi3. На основе разработанного программного обеспечения необходимо сделать анализ потока воды, текущего по трубам. Анализ сигнала производился с применением алгоритма Герцеля – это разновидность дискретного преобразования Фурье, но для определенных интервалов частот (в отличие от ДПФ берутся лишь определенные частотные компоненты, а не весь диапазон сразу, что повышает вычислительную эффективность алгоритма).

RaspberryPi 3 Model B – это третье поколение одноплатного компьютера RaspberryPi. На плате установлен 64-разрядный процессор Broadcom BCM2837 1.2ГГц, четырехъядерный, архитектуры ARM. Имеет «на борту» 1Гб памяти, различные интерфейсы, включая HDMI, Wi-Fi и Bluetooth.

Для реализации программы был выбран язык программирования Python3, а для визуализации полученных результатов библиотека Matplotlib. 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 цифрового преобразования сигнала использовалась USB звуковая карта, подключенная к SBC через USB HUB. Карта имеет аудио вход и выход для передачи сигнала с ПК.

Поскольку для анализа потока воды с трубы потребовалось разместить одноплатный компьютер на некотором расстоянии от рабочего места, для доступа к RaspberryPi3 удаленно было настроено SSH-подключение. Для этого в RaspberryPi 3 есть специальный конфигурационный файл. Он открывается с помощью команды sudo-raspiconfig. Там можно настроить подключение по SSH. Также необходимо узнать адрес в локальной сети одноплатного компьютера через команду ifconfig. И тогда, зная локальный адрес RaspberryPi в сети, можно зайти в нее по SSH и начать работать через терминал удаленно.

Вначале потребовалось зафиксировать микрофон вокруг прослушиваемого смесителя. После выполненных процедур, было произведено подключение по SSH к RaspberryPi 3.

Далее была запущена разработанная программа для спектрального анализа. Расчеты были зафиксированы для разных состояний: 1) состояние, когда смеситель закрыт; 2) состояния, когда смеситель открыт на определенное количество градусов; 3) когда смеситель открыт полностью. Для отображения графиков спектра использовалась оконная система X WindowSystem операционной системы Linux, позволяющая отображать на рабочей машине пользователя (в данном случае, это был компьютер на ОС Windows 10) графические окна с удалённого рабочего стола одноплатного компьютера RaspberryPi 3.

1. Listening to Your Pipes with a MEMS Microphone and Raspberry Pi.[Электронный ресурс] Режим доступа: https://makersportal.com/blog/listening-to-your-pipes-with-a-mems-microphone-and-raspberry-pi

УДК 004.8

СИМОНОВ Р.А., ШАГАЛОВА П.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССОВ УПРАВЛЕНИЯ ДАННЫМИ В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В сфере информационных технологий наблюдается высокая потребность в качественных данных для тестирования систем и обучения моделей искусственного интеллекта, особенно в условиях ограниченности реальных данных. Использование таких данных часто сопряжено с проблемами ограниченности, высокой стоимости сбора, хранения и рисков конфиденциальности. Синтетические данные, генерируемые моделями ИИ, предлагают эффективное решение, обеспечивая разнообразие, неограниченность и безопасность при меньших затратах. Несмотря на прогресс в генерации данных с помощью генеративно-состязательных сетей GAN и рекуррентных нейронных сетей LSTM/GRU, эти подходы имеют свои ограничения. GAN могут создавать реалистичные данные, но их обучение часто нестабильно, а результаты могут не точно отражать семантику исходных данных. LSTM/GRU хорошо справляются с последовательностями, такими как логи, но ограничены при работе со сложными многомерными зависимостями.

Для преодоления этих недостатков предлагается гибридный подход, объединяющий сильные стороны LSTM/GRU и GAN. В рамках этого подхода LSTM/GRU используются для улавливания временных зависимостей в последовательностях журналов событий, а GAN – для повышения вариативности, реалистичности и генерации сложных, в том числе редких, событий. Исследование базировалось на генерации синтетических логов, которые прошли предобработку (очистка, нормализация, масштабирование) и формирование последовательностей методом скользящего окна. Сначала была обучена и оптимизирована модель LSTM/GRU; первоначальные результаты были улучшены путем доработок (регуляризация, настройка гиперпараметров, увеличение длины последовательности, добавление слоя Dense), что привело к снижению ошибок MSE на 38% и MAE на 40%, а также увеличению F1-score до 0.89. Затем для улучшения генерации редких событий и повышения разнообразия была добавлена GAN, обученная на выходных данных LSTM/GRU. После обучения GAN сгенерированные логи стали практически неотличимыми от реальных, что подтвердилось результатами работы дискриминатора.

Интеграция GAN в гибридную модель привела к значительным улучшениям качества синтетических логов: доля редких событий возросла в 3.7 раза, коэффициент уникальности записей увеличился до 96%, средняя длина логических цепочек событий возросла на 44%, а F1-score при обнаружении аномалий в синтетических данных повысился до 0.91. В условиях роста объемов данных и усложнения IT-инфраструктур генерация качественных синтетических логов становится критически важной, позволяя обходить ограничения доступа к реальным данным. Такие данные необходимы для тестирования систем, обучения моделей машинного обучения (например, систем обнаружения вторжений), имитационного моделирования инцидентов и анализа угроз.

Предложенный гибридный подход LSTM/GRU + GAN эффективно решает проблемы генерации синтетических журналов событий, преодолевая ограничения отдельных моделей. Данный подход позволяет создавать высококачественные, разнообразные, логически связные и реалистичные данные, включая редкие события. Полученные синтетические логи являются ценным ресурсом для широкого спектра задач в области информационных технологий и кибербезопасности, способствуя повышению точности, адаптивности и полноты IT-решений.

УДК 004.056.55

ФИЛАТОВА М.В., ТИМОФЕЕВА О.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ КРИПТОСТОЙКОСТИ АЛГОРИТМОВ ШИФРОВАНИЯ НА ЭЛЛИПТИЧЕСКИХ КРИВЫХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире информация – ключевой актив, и защита данных становится критически важной задачей. Утечки информации приводят к значительным финансовым потерям, стимулируя развитие методов информационной безопасности. Один из способов защиты информации – это использование криптографии на эллиптических кривых (*ECC*).

Актуальность данного исследования определяется необходимостью изучения возможных угроз для криптосистем на эллиптических кривых. Целью исследования является обзор различных атак, направленных на криптографические алгоритмы, основанные на эллиптических кривых, и изучение методов противодействия им.

Основная суть криптографии на эллиптических кривых заключается в том, что для реализации алгоритмов используется набор точек, порождаемых уравнением вида (1), а их криптостойкость обусловлена сложностью решения задачи дискретного логарифмирования на эллиптической кривой [1].

$$\left\{(x,y) \in \left(\mathrm{F}_p\right)^2 \middle| \, y^2 \equiv x^3 + ax + b(mod\ p), 4a^3 + 27b^2 \not\equiv 0(mod\ p)\right\} \cup \{0\} \#(1)$$

Задача поиска дискретного логарифма на эллиптической кривой (*ECDLP*) формулируется так: пусть E – эллиптическая кривая, определенная над полем F_p, P – точка, принадлежащая E, требуется найти целое число $m \in Z$, такое что для точки $Q \in E$, выполняется условие $m \cdot P = Q$.

Эллиптические кривые используются для реализации протокола Диффи-Хеллмана (*ECDH*), позволяющего участникам информационного обмена создавать общий секретный ключ шифрования для обмена данными по незащищенному каналу связи, а также для создания цифровой подписи по алгоритму *ECDSA*.

При реализации протокола *ECDH* информация, которая находится в открытом доступе – это параметры кривой a и b, модуль p, генератор - точка P и открытый ключ - точка Q. Закрытый ключ – это случайное значение m в диапазоне $1 \leq m \leq n-1$, где n – порядок точки P (генератора). Открытый ключ получается при вычислении дискретного логарифма - $m \cdot P = Q$.Будем считать, что атака успешна, если был найден закрытый ключ одной из сторон.

Основная суть атак на *ECDH* заключается в том, что они направлены на различные уязвимости, а именно: порядок генератора n слишком мал, порядок является гладким числом, закрытый ключ слишком мал и порядок – почти гладкое число, нет проверки принадлежности точки кривой, выбранная кривая сингулярна, суперсингулярна или аномальна. Для атак, направленных на алгоритм цифровой подписи *ECDSA*, кроме перечисленных добавляются такие уязвимости, как отсутствие хэширования сообщения перед подписью, использование одного и того же закрытого ключа в разных подписях, небезопасная генерация значений для закрытого ключа и отсутствие проверки генератора.

В заключение следует отметить, что данный вопрос крайне обширен и требует дальнейшего изучения. Более глубокий анализ конкретных уязвимостей и практическая оценка эффективности различных контрмер необходимы для повышения безопасности алгоритмов, основанных на криптографии на эллиптических кривых.

1. Болотов, А.А. Элементарное введение в эллиптическую криптографию / А. А. Болотов, С. Б. Гашков, А. Б. Фролов, А. А. Часовских. - Москва: Изд-во КомКнига. 2016. – С.26 – 32.

УДК 004.94

ШИНКАРЕВ И.А., БАЛАШОВА Т.И.

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «ИЗОСТУДИЯ» С WEB-ИНТЕРФЕЙСОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные образовательные учреждения требуют автоматизации многих процессов. В частности, изостудии сталкиваются с необходимостью управления расписанием, регистрации студентов и хранением данных. Разработка информационной системы для "Изостудии" с web-интерфейсом представляет собой важную задачу для повышения эффективности работы таких учреждений.

Основные модули системы включают личный кабинет пользователя, расписание занятийи отчетность. Личный кабинет пользователя предоставляет возможность регистрации и авторизации пользователей (учеников, преподавателей, администраторов), а также доступ к персональной информации и настройкам. Расписание занятий предоставляет возможность ученикам записываться на занятия онлайн, а преподавателям – управлять расписанием и синхронизировать его с личными кабинетами. Отчетность позволяет администраторам и преподавателям получать информацию о посещаемости студентов, финансовые отчеты и другие важные показатели для оценки работы студии.

Для разработки системы был выбран следующий технологический стек: Frontend использует HTML5, CSS3, JavaScript с использованием фреймворка React, что позволяет создать динамичные и удобные интерфейсы с быстрым откликом и хорошей производительностью. Backend реализован с использованием C# и ASP.NET, что обеспечивает стабильную и высокопроизводительную работу серверной части, а также удобство масштабирования приложения. Для хранения данных используется SQL Server, который обеспечивает надежное хранение и эффективный доступ к данным, что важно для работы с большими объемами информации.

Система была разработана с учетом требований юзабилити, что позволяет пользователям быстро ориентироваться в интерфейсе, а также с учетом безопасности данных. Все личные данные пользователей защищены, и система использует механизмы авторизации и аутентификации для предотвращения несанкционированного доступа.

Внедрение информационной системы «Изостудия» позволит оптимизировать административные процессы, улучшить взаимодействие между преподавателями и учениками, а также повысить качество обслуживания клиентов. Благодаря автоматизации рутинных задач, студия сможет сосредоточиться на образовательном процессе и творческом развитии учеников. Кроме того, система предоставляет возможность для дальнейшего расширения функционала, включая интеграцию с внешними сервисами для онлайн-оплаты, а также добавление мобильных приложений для студентов и преподавателей. Это позволит улучшить доступность и удобство работы с системой, а также расширить спектр оказываемых услуг.

Библиографический список

1. Филатов, С.В. Проектирование информационных систем в области образования. // Проблемы и перспективы внедрения ИТ в образовательные учреждения. 2020. URL: https://www.elibrary.ru

2.Веб-сайт Microsoft, Официальная документация ASP.NET. URL:https://dotnet.microsoft.com/learn/aspnet

3. Гончаров, А.Е. Web-разработка с использованием ASP.NET: создание динамичных web-приложений. – СПб.: БХВ-Петербург, 2017.

УДК 004.032.26

ШИТОВ Д.Д., СОКОЛОВА Э.С.

АНАЛИЗ РЕШЕНИЙ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА УСТАЛОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире, где всё больше процессов автоматизируется и возрастает роль человеческого участия в критических системах управления, особую актуальность приобретает задача оценки состояния оператора. Потеря концентрации и особенно внезапная сонливость представляют серьёзную угрозу для безопасности в сферах транспорта, производства, медицины, энергетики и т.д. Использование методов компьютерного зрения и интеллектуального анализа изображений для непрерывного мониторинга признаков усталости человека является одним из наиболее перспективных направлений для проведения исследований.

Проведён анализ существующих подходов и технических решений в научной литературе и в области коммерческих продуктов. Наибольшее распространение получили методы, основанные на визуальной оценке физиологических признаков сонливости — таких как частота и длительность морганий, направление взгляда, частота зевков, положение головы и общая выраженность мимики. Проанализированы алгоритмы обработки видеопотока с использованием современных методов глубокого обучения, включая свёрточные нейронные сети (CNN) для распознавания ключевых признаков лица, а также рекуррентные сети (LSTM) для отслеживания временных зависимостей между кадрами.

На основе исследований сформулированы общие требования к системе поддержки принятия решений (СППР), ориентированной на выявление признаков сонливости с использованием показателей точности, надёжности при различных условиях освещения и ориентации лица, а также способности системы функционировать в реальном времени с минимальными вычислительными затратами. Для проверки применимости различных подходов были проведены тестовые запуски алгоритмов на открытых датасетах, включающих видео с пометками состояний усталости, таких как NTHU DrowsinessDetectionDataset, что позволило выявить ключевые преимущества и ограничения популярных моделей, а также наметить пути их адаптации под практические задачи.

Практическое применение разработанной СППР может охватывать широкий круг задач: от предупреждения об усталости водителей на автотранспорте до мониторинга состояния операторов в диспетчерских пунктах и контрольных центрах. Такие технологии могут быть встроены в бортовые системы автомобилей, промышленные терминалы и интеллектуальные рабочие станции. Их внедрение способно существенно снизить вероятность аварийных ситуаций, повысить общую эффективность работы и обеспечить более высокий уровень персональной и общественной безопасности. Также подобные системы могут применяться в образовательной и медицинской среде для оценки уровня усталости студентов, врачей и пациентов, проходящих когнитивную нагрузку.

Библиографический список

1. Z. Zhang, P. Luo, C. C. Loy, and X. Tang. Learning deep representation for face alignment with auxiliary attributes // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2016, 38(8): 1704–1710.
2. F. Vicente, Z. Huang, F. De la Torre, D. Levi, and M. Kochenderfer. Driver gaze tracking and eyes off the road detection system // IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 2015, 16(4): 2014–2027.
3. C. H. Weng, Y. H. Lai, and C. L. Lin. Driver drowsiness detection via a hierarchical temporal deep belief network // In Proceedings of the Asian Conference on Computer Vision (ACCV), 2016, 137–153.

СЕКЦИЯ 2

ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА

Подсекция 2.1

Автоматизация систем электрооборудования

УДК 621.365.5

ДОЛБУНОВА Е.А., ПЛЕХОВА.С.

СХЕМА СИММЕТРИРОВАНИЯ НАПРЯЖЕНИЙ ТРЁХФАЗНОЙ СЕТИ, ПИТАЮЩЕЙ ИНДУКЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Индукционный нагрев применяется на предприятиях для осуществления высокотемпературной обработки металлов. Мощности индукционных устройств могут принимать значения от сотен киловатт до десятков мегаватт, при этом напряжения в обмотках не превышают уровня стандартных ступеней цеховых распределительных сетей до 1000 В и токи в линейных или фазных проводах достигают тысяч ампер. Подключение столь мощных нагрузок к трехфазной сети обусловливают длительный несимметричный режим по токам и напряжениям, обычно характеризуемый токами обратной последовательности. Несимметрия в трёхфазных сетях электроснабжения ухудшает условия работы электрических машин и другого оборудования, вызывает дополнительные потери, снижает пропускную способность сетей. Для группы однофазных установок индукционногонагрева (УИН) большой мощности применяют трехфазный печной трансформатор с симметрирующими устройствами на каждой фазе для равномерного распределения однофазной нагрузки по трем фазам питающего напряжения. Общепризнанными симметрирующими устройствами являются реализации по схеме Штейнметца. Новые разработки [1] предлагают использование транзисторных преобразователей с широтно-импульсной модуляцией для управления потоками неактивной мощности для нагрузки ненагруженных обмоток печного трансформатора. Неактивные составляющие мощности должны быть в зависимости от активной мощностиРи, потребляемой индуктором, в соотношении:

$$Q_C = -j \cdot P_И; \quad Q_L = j \cdot P_И.$$

Применение тиристорных коммутаторов и регуляторов напряжения позволяет выполнять эти соотношения в широких пределах, характерных для мощных УИН (рис. 1).

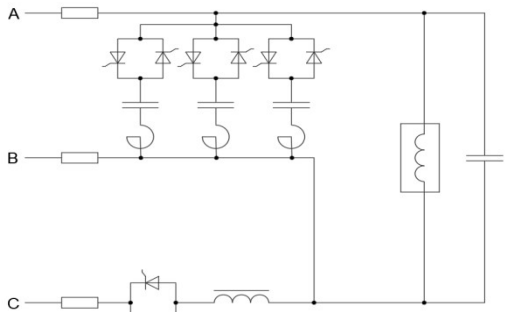


Рис. 1. Симметрирующее устройство УИН

В тоже время тиристорные регуляторы отрицательно сказываются на качестве электроэнергии из-за внесения в систему искажений тока. При фазовом регулировании ток 3-й гармоники может достигать 50% от тока основной гармоники. Поэтому на мощных печах требуется дополнительная установка специальных фильтросимметрирующих устройств, использующих уже установленные конденсаторы для формирования ёмкостной симметрирующей составляющей. Батареи конденсаторов и токоограничивающие реакторы образуют резонансные контуры режекторных фильтров.

1. Киселев, М.Г. Исследование и разработка методов симметрирования токов в трехфазных системах электроснабжения на основе силовых электронных устройств компенсации неактивной мощности / Москва: НИУ «МЭИ», 2017. 160 с.

УДК 621.3.1

КАСАТКИН О.И., ЧЕРНОВ Е.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ СТАНКОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УЧПУ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время залогом эффективности любого производства является автоматизация технологических процессов. Сейчас, как никогда, нашему государству требуется наращивание производства продукции. Главным тормозом является широкое распространение старых советских станков, которые не обладают современными система автоматизации, т.е. большинство процессов выполняется вручную.

Это проблему можно решить установкой устройства числового программного управления (УЧПУ). Данный способ автоматизации позволяет ускорить работу станка, например, поставить револьверную головку (РГ) или автоматизировать управлением станком.

Автоматизация управления станком позволяет не только упростить процесс настройки станка на техническую задачу, но и позволяет в процессе технологического процесса меняет или следить за параметрами. УЧПУ позволяет проводить диагностику станка без разборки и остановки оного, а также позволяет производить обучение технического персонала прямо на станке. В РФ широкое распространение получили УЧПУ серии NC фирмы «Балт-Систем».

Панель управления УЧПУ NC-210, приведена на рис. 1.



Рис.1. Панель управления УЧПУ NC-210

Наладка системы и написание программы, управление главными и второстепенными приводами происходит с помощью кнопок на панели управления. При написании программы для данной системы УЧПУ используются языки Ladder Diagram (LD) и Structured Text (ST).

Библиографический список

1. Интеллектуальная электротехника / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. №1 (9). – 113 с.
2. Ваняев, В.В. Силовая электроника: учебное пособие / В. В. Ваняев. – Нижний Новгород : Нижегор. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 107 с.
3. Чернов, Е.А. Электроавтоматика универсальных и программных станков: учебное пособие / Е.А. Чернов, А. И. Костенко. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2022. – 524 с.

УДК 621.3.072

ЛОМУНОВ Я.Н., ПОДОСОКОРСКИЙ М.А., ПЕТУХОВ Н.М., ЧУГРОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАСТРОЙКИ КОНТУРА ТОКА НА МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ИМИТАЦИОННЫХ МОДЕЛЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные системы регулирования электроприводом и преобразовательными устройствами строятся, как правило, по подчиненному принципу регулирования [1]. Внутренним контуром в этих системах регулирования является контур тока с отрицательной обратной связью, обеспечивающий ограничение тока в переходных режимах и при перегрузках [2].

В докладе анализируется работа внутреннего контура тока двухконтурной системы регулирования источника стабилизированного постоянного напряжения, построенного на базе понижающего транзисторного широтно-импульсного преобразователя, структурная схема которого приведена на рис. 1.

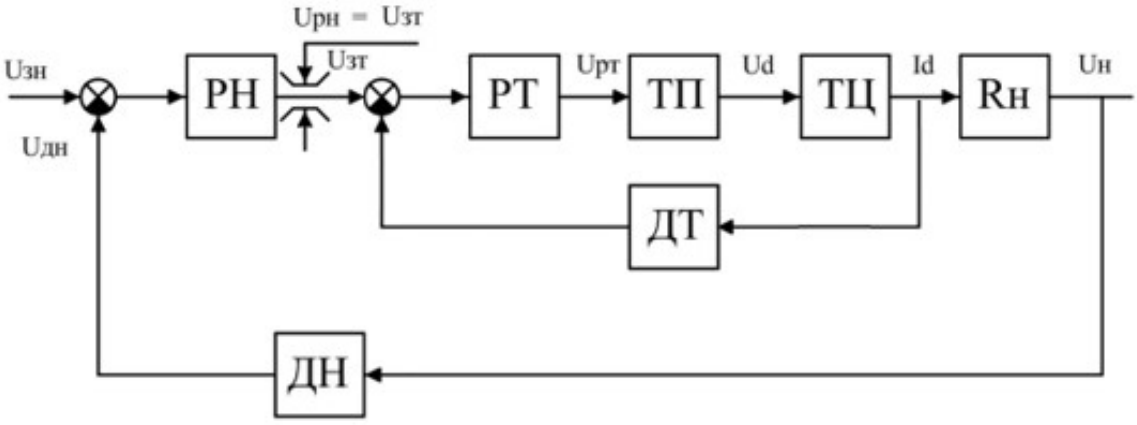


Рис. 1. Структурная схема двухконтурной системы регулирования стабилизированного источника постоянного напряжения

На основании проведенной оптимизации контура тока на модульный оптимум определены параметры регулятора тока [3]. На разработанных математических моделях в ПО *SamSim* и имитационных моделях в ПО *MATLAB*, проанализированы осциллограммы отработки контуром тока скачков задающего сигнала (больших и малых), а также поведение контура при отклонении параметров регулятора тока от расчетных значений.

Построенные в разных программных продуктах логарифмические амплитудно-частотные характеристики (ЛАЧХ) и фазово-частотные характеристики (ЛФЧХ) полностью совпали. Результаты расчета параметров регулятора тока, а также математического и имитационного моделирования будут использованы при проведении экспериментальных исследований контура тока стабилизированного источника напряжения с микропроцессорной системой управления и регулирования.

Библиографический список

1. Тихомиров, В.А. Теория и расчет систем электропривода с подчиненным регулированием параметров: учеб. пособие / В. А. Тихомиров, В.Л. Мельников, В.В. Соколов; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2018. – 107 с.
2. Ваняев, В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие / В.В. Ваняев. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 135 с.
3. Мельников, В.Л. Теория автоматического управления: конспект лекций / В.Л. Мельников. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 79 с.

УДК 621.316.925.1

НАЗАРЕНКО И.А., КОРОБОВ Д.М., РОМАШОВ С.А.

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МАКСИМАЛЬНОЙ ТОКОВОЙ ЗАЩИТЫ ПРОТЯЖЕННЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ 6-35 КВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АВТОМАТИЧЕСКИХ СЕКЦИОНИРУЮЩИХ АППАРАТОВ

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

В протяженных линиях электропередачи (ЛЭП) напряжением 6-20 кВ (как воздушных, так и кабельных) длиной более 10-15 км возникает проблема обеспечения чувствительности токовых защит к коротким замыканиям (КЗ) в конце линии. Причинами этого являются: удаленность точки КЗ от источника питания, необходимость отстройки от токов самозапуска нагрузок, подключенных по всей длине ЛЭП, низкая электрическая плотность нагрузок.

Одним из вариантов решения обозначенных проблем является применение автоматических секционирующих аппаратов (например, реклоузеров) для сокращения зоны защиты МТЗ головного участка и установки дополнительного комплекта МТЗ на секционирующем пункте, обеспечивающем надежное отключение КЗ в конце ЛЭП.

Рассмотрим пример внедрения секционирующих пунктов на рис. 1.

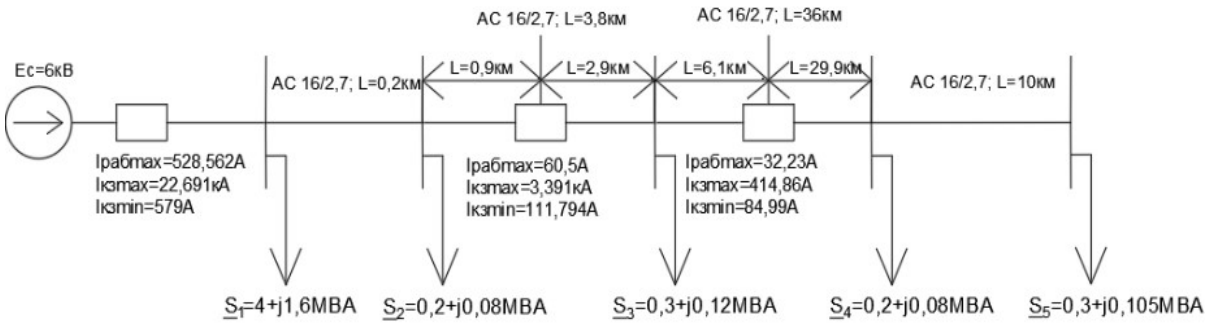


Рис. 1. Участок системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей с секционирующими пунктами.

Основная защита чувствительна только до участка на расстоянии 1,1 км от первой нагрузки $\underline{S}_1$, так как она в 4 раза превышает установленную мощность нагрузки остальных потребителей, получающих питание от рассматриваемой ЛЭП, и завышает токовую уставку МТЗ.

В данном примере решение по применению автоматических секционирующих пунктов за счёт разбиения зоны защиты линии на несколько независимых участков позволяет повысить чувствительность МТЗ с 2,2% до 36,2% длины ЛЭП.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
2. СНиП 2.05.06-85* «Электрические сети».
3. Шабад, М.А. Расчет релейной защиты и автоматики распределительных сетей. 4-е изд. 2010.
4. СТО 56947007- 29.120.70.305-2020.

УДК 621-313.3

НУРИЕВ Т.Р., ВАЛИУЛЛИНА Д.М.

ПЕРЕДОВЫЕ МЕТОДЫ ДИСПЕТЧЕРИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ СИСТЕМ С УЧЕТОМ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Казанский Государственный Энергетический Университет

Для генерации электроэнергии в таких системах используются возобновляемые источники энергии, к которым относят энергию солнца, ветра, воды. К их преимуществам относят: надежность, устойчивость, экономическую выгоду, а также уменьшение выбросов парниковых газов [1].

ДЭС обладают уникальными характеристиками, отличающими их от традиционных централизованных систем, что требует разработки новых методов диспетчеризации и контроля. В данной статье рассматриваются передовые методы, разработанные для решения проблем, связанных с ДЭС с учетом ВИЭ [1].

Интеграция ВИЭ в ДЭС представляет ряд проблем, среди которых: непредсказуемость и изменчивость ВИЭ; двунаправленные потоки мощности; ограниченный объем накопления энергии.

Для решения этих проблем было разработано несколько передовых методов, в том числе:

- Искусственный интеллект (ИИ): алгоритмы ИИ, такие как машинное обучение и глубокое обучение, используются для прогнозирования производства ВИЭ, оптимизации диспетчеризации и управления микросетями [2];
- Децентрализованные системы управления: децентрализованные системы управления позволяют отдельным объектам ДЭС контролировать свою работу, повышая гибкость и устойчивость [1];
- Координация на основе сообщений: методы координации на основе сообщений используются для обмена информацией и координации действий между различными объ-

ектами ДЭС;

- Гибридные системы управления: гибридные системы управления сочетают традиционные централизованные методы с децентрализованными подходами для обеспечения надежной и эффективной работы ДЭС [2].

Эти методы позволяют эффективно решать проблемы, связанные с непредсказуемостью ВИЭ, двунаправленными потоками мощности и ограниченным объемом накопления энергии. Реализация этих методов приводит к повышению надежности, снижению затрат, улучшению использования ВИЭ и повышению устойчивости ДЭС. По мере дальнейшего перехода к возобновляемым источникам энергии совершенствование и внедрение передовых методов станут все более важными для обеспечения безопасного, надежного и устойчивого энергоснабжения.

Библиографический список

1. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие: рек. Мин. обр. РФ/ А. А. Герасименко , В. Т. Федин. –М.: КНОРУС, 2012. -648 с.

2. Петрова, Р.М. Исследование вероятностных характеристик надежности электрооборудования внутрицеховых систем электроснабжения / Петрова Р.М, Абдуллазянов Э.Ю., Грачева Е.И., Valtchev S., YousefIbragim. // Вестник Казанского государственного энергетического университета. 2023. Т. 15. №1 (57). С. 93-105.

УДК 621.3.072

ПЕТУХОВ Н.М., ЧУГРОВ А.А., ХРАМОВ А.Е.

РАЗРАБОТКА ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ОБРАЗЦА АКТИВНОГО КОРРЕКТОРА КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ С ЦИФРОВОЙ СИСТЕМОЙ УПРАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время наблюдается процесс цифровизации почти всех сфер нашей жизни. Это способствует повышению спроса на электронное оборудование. Одним из ключевых вопросов при создании систем такого класса является качество потребляемой ими энергии из сети. Так как в большинстве устройств, работающих при постоянном напряжении, используется неуправляемый выпрямитель с блоком конденсаторов звена постоянного тока, спектр потребляемого преобразователем тока содержит ярко выраженные высшие гармоники [1]. Перспективным решением уменьшения негативного воздействия таких преобразователей на питающую сеть является активная коррекция, которая заключается в установке на выходе неуправляемого выпрямителя активного корректора коэффициента мощности (ККМ).

В докладе приводится методика разработки ККМ с микропроцессорной системой управления, включающая в себя имитационное моделирование и выбор элементов силовой части схемы, создание макета ККМ с цифровым управлением на базе микроконтроллера *STM*32*F*429*ZIT*6-*DISC*1 [2] и проведение экспериментальных исследований.

При разработке ККМ особое внимание было уделено цифровой реализации системы управления. Для понимания её работы и дальнейшей настройки, на первом этапе прототипирования был разработан макет понижающего широтно-импульсного преобразователя (ШИП), с помощью которого была решена основная задача системы управления – отработка

внутренним контуром тока ШИП сигнала задания выпрямленной синусоидальной формы. Рис. 1 показывает корректное решение указанной задачи.

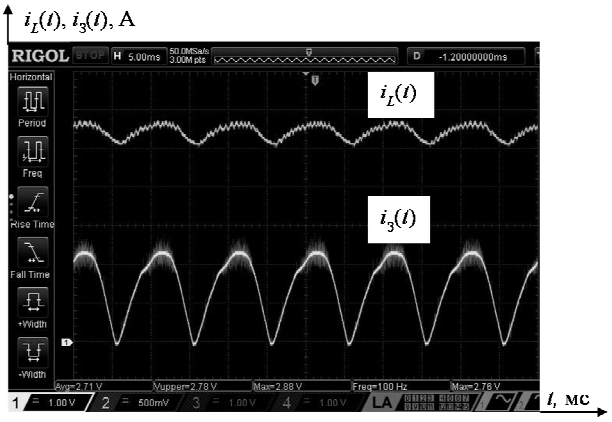


Рис. 1. Осциллограмма тока дросселя при абсолютном синусоидальном задании

На втором этапе прототипирования был разработан экспериментальный образец активного ККМ на базе повышающего ШИП. Для первичной апробации разработанных алгоритмов управления ККМ было выбрано пониженное напряжение питания 110 В, поэтому выходное напряжение на нагрузке составляло около 200 В. В настоящее время проводится организация внешнего контура управления выходным напряжением ККМ.

Библиографический список

1. Ваняев, В.В. Преобразовательная техника: учеб. пособие / В.В. Ваняев. – НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 135 с.
2. *Description of STM32F4 HAL and low-layer drivers*: *User Manual. – STMicroelectronics,* 2021. – *pp.* 7-86.

УДК 621.316.72

ДЕМАШОВ А.С., ПЛАКСИН Е.А., ПАНКОВА Н.Г.

ТОЧНАЯ РЕГУЛИРОВКА СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ БЕСКОЛЛЕКТОРНОГО ДВИГАТЕЛЯ ПОСТОЯННОГО ТОКА (BLDC)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Точная регулировка скорости вращения бесколлекторного двигателя постоянного тока (BLDC) является важной задачей в различных приложениях, требующих высокой точности управления, таких как робототехника, автомобильные системы и промышленные приводы. Основным преимуществом BLDC-двигателей является их высокая эффективность, достигающая 90% и более, долговечность и возможность точного контроля скорости и крутящего момента [1].

Для точной регулировки скорости вращения BLDC-двигателей используются современные методы управления, такие как векторное управление и управление с обратной связью. Векторное управление позволяет независимо контролировать магнитный поток и крутящий момент, что обеспечивает высокую точность и динамику регулировки скорости. Например, в системах с векторным управлением можно достичь точности регулировки скорости до 0,1% [2]. Управление с обратной связью, основанное на использовании датчиков положения и скорости, позволяет компенсировать внешние возмущения и изменения нагрузки, обеспечивая стабильную работу двигателя [3].

Одним из ключевых элементов точной регулировки скорости является использование цифровых систем управления, таких как микроконтроллеры и цифровые сигнальные процессоры (DSP). Эти системы позволяют реализовать сложные алгоритмы управления в реальном времени, обеспечивая высокую точность и надежность работы. Например, в автомобильных системах управления электроприводами используются DSP для обработки сигналов с датчиков и вычисления оптимальных управляющих воздействий с частотой до 100 кГц [1].

Также важным аспектом является разработка алгоритмов для подавления вибраций и колебаний, которые могут возникать при работе двигателя на низких скоростях. Эти алгоритмы позволяют улучшить плавность хода и снизить уровень шума, что особенно важно в приложениях, требующих высокой точности позиционирования. Например, в робототехнических системах применение таких алгоритмов позволяет снизить уровень вибраций на 30% [2].

В заключение, точная регулировка скорости вращения BLDC-двигателей требует использования современных методов управления и цифровых технологий. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области направлены на улучшение характеристик двигателей и расширение сферы их применения в различных отраслях промышленности [3].

Библиографический список

1. **Krishnan R.** Electric Motor Drives: Modeling, Analysis, and Control / R. Krishnan. — New Delhi: PHI Learning, 2010. — 624 p.
2. **Vas P.** Sensorless Vector and Direct Torque Control / P. Vas. — Oxford: Oxford University Press, 1999. — 728 p.
3. **Bose B. K.** Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends / B. K. Bose. — Amsterdam: Elsevier, 2006. — 928 p

УДК 621.316.925.1

РОМАШОВ С.А, КОРОБОВ Д.М, НАЗАРЕНКО И.А

ПОВЫШЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ РЕЛЕЙНОЙ ЗАЩИТЫ ДЛИННЫХ ПРИСОЕДИНЕНИЙ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ

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

Распределительные электрические сети 6-35 кВ играют важную роль в обеспечении надежного электроснабжения промышленных и сельскохозяйственных потребителей. Однако в условиях удаленных объектов и больших расстояний между трансформаторными подстанциями 6-10/0,4 кВ возникают проблемы обеспечения требуемого качества электроэнергии в точках подключения конечных электроприёмников. Причинами этого являются значительные потери напряжения в линиях, рост потерь мощности, низкая плотность электрических нагрузок. Указанные обстоятельства снижают чувствительность релейной защитой и затрудняют выполнение требований ПУЭ.

В докладе рассматриваются возможности повышения чувствительности релейной защиты путем внедрения дистанционной защиты на примере участка сети 6 кВ системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей одного из районов Нижегородской области, представленной на рис. 1.

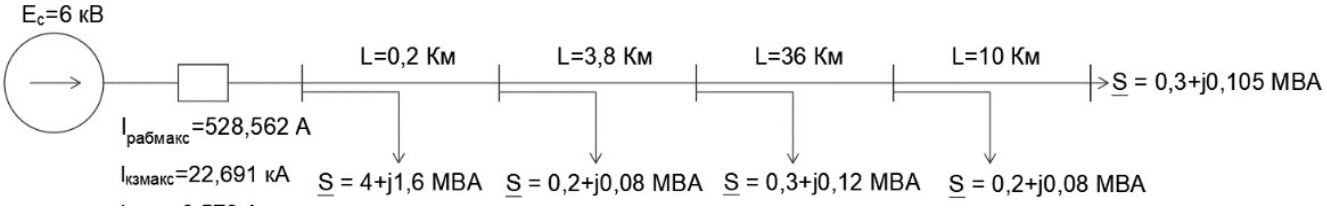


Рис. 1. Участок системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей

Основным органом дистанционной защиты является измерительный дистанционный орган, определяющий удалённость КЗ. В качестве дистанционного органа используются реле сопротивления (РС).

$$\frac{\boldsymbol{U}_{\text{ш}}}{\boldsymbol{I}_{\text{к}}} = \boldsymbol{Z}_{\text{уд}} \cdot \boldsymbol{l} \ \#(\mathbf{1})$$

Сопротивление всей линии длиной 50 км: $\boldsymbol{Z}_{\text{л}} = \mathbf{43,087}$ Ом.

Первая ступень должна охватывать 80-85% длины всей линии:

$$\boldsymbol{Z}^{\boldsymbol{I}}_{\text{с.з}} = \mathbf{36,623} \text{ Ом} \#(\mathbf{2})$$

Сопротивление срабатывания второй ступени отстраивается от первой:

$$Z^{\text{II}}_{\text{с.з.1}} \leq 0{,}85 Z_{\text{л1}} + \frac{0{,}78}{K_{\text{Т.II}}} Z^{I}_{\text{с.з.3}} = 65{,}277 \text{ Ом} \#(3)$$

Моделирование двух и трехфазных коротких замыканий по длине линии показывает, что применение дистанционной защиты позволяет увеличить чувствительность и увеличить зону защиты по сравнению с МТЗ на 20%. При этом проблема обеспечения чувствительности защиты к минимальным токам короткого замыкания в конце линии не решается.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
2. СТО 56947007- 29.120.70.305-2020.

УДК 621.314

РЯБОВ М.С., МОКЕЕВ Д.М., УСТИНЦЕВ С.В.

ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ ТЯГОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА НА БАЗЕ МОТОР-КОЛЕСА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В настоящее время существует достаточное количество зарубежных блоков управления вентильными двигателями, но отсутствуют отечественные разработки с открытым исходным программным обеспечением.

В докладе приводятся результаты разработки инвертора на базе трехфазного транзисторного моста, где каждый силовой ключ работает независимо т.е. имеет свою гальванически развязанную систему питания и систему защит [1].

С таким инвертором напряжения можно безопасно вести разработку управляющий программ без риска вывести из стоя силовые ключи т.к. плата содержит индивидуальные защиты от короткого замыкания, перегрузки по току, снижения питающего питания, линейного режима работы силовых ключей.

Принципиальная схема управления одним силовым ключом приведена на рис. 1. Полевые ключи, используемые в данной схеме, обладают линейной выходной характеристикой, позволяя косвенно измерять протекающий ток, основываясь на напряжении. Для измерения тока на каждом транзисторе используются датчики тока, измеряющие падение напряжения в момент открытого состояния ключа.

В момент срабатывания любой из защит транзистор сразу закрывается, а сигнал аварии (FO–faultoutput) передается на управляющую плату для снятия управляющих сигналов с инвертора напряжения.

Разработка печатной платы проведена в AltiumDisiner, а работоспособность проверена моделированием в ПО Micro-Cap и MatlabSimulink, результаты которых подтвердили правильность ранее принятых решений.

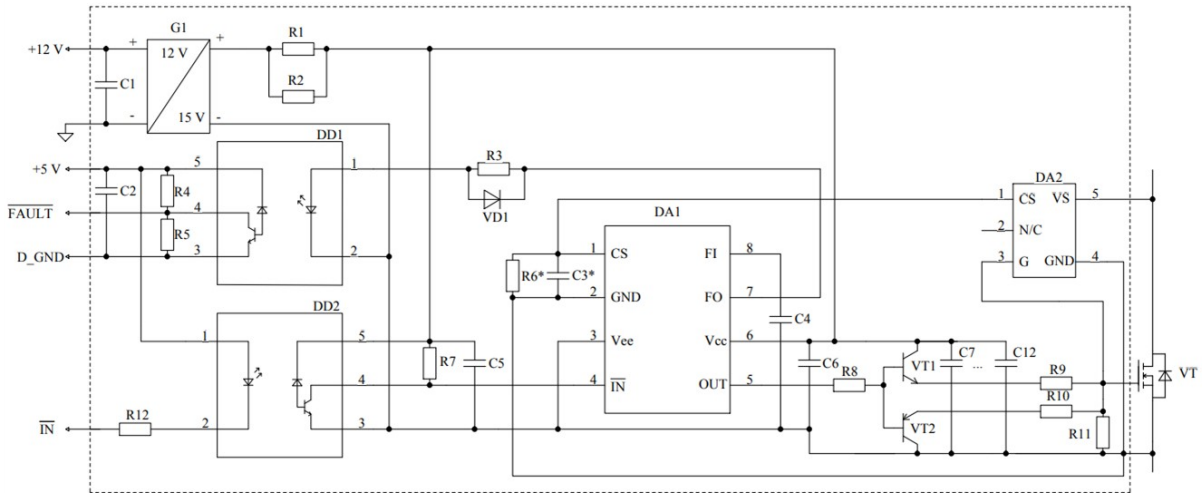


Рис.1.Принципиальная схема управления одним силовым ключом

Библиографический список

1. Багрецов, И.В. Интеллектуальный транзисторный инвертор напряжения для низковольтных двигателей переменного тока / Багрецов И.В.,Бердников И.Е., Кечкин А.О., Слузов А.П., Шахов А.В. // Сборник научно-технических статей «Актуальные проблемы электроэнергетики», НГТУ. - Нижний Новгород, 2018, с. 170-173.

2. Дарьенков, А.Б. Транзисторный электропривод со свойствамиисточника момента на базе вентильного двигателя / Дарьенков А.Б., Бердников И.Е., Кечкин А.О., Слузов А.П., Соколов В.В.// Сборник научно-технических статей «Актуальные проблемы электроэнергетики», НГТУ. - Нижний Новгород, 2018, с. 91-94.

УДК 621.31

САВИН Н.А., ТИТОВ Д.Ю.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНЫМ ТРЕХУРОВНЕВЫМ ИНВЕРТОРОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Высоковольтные трехуровневые инверторы являются важными компонентами современных энергетических систем, особенно в области возобновляемых источников энергии, таких как солнечные и ветровые электростанции. Актуальность применения трехуровневых инверторов обусловлена высокими требованиями к КПД и качеству выходного напряжения, например в источниках бесперебойного питания. Также такие инверторы используются в химических и нефтяных производственных процессах, на заводах по сжижению природного газа, в водоподготовительных установках и судовых двигателях.

Разработанная модель высоковольтного трехуровневого инвертора содержит: систему управления (блок СУ); силовой преобразователь, имеющий IGBT-транзисторы и разделительные диоды; выходной фильтр (для улучшения качества выходного напряжения и снижения гармонических искажений).

Преимуществами данных преобразователей являются: возможность получения высокого напряжения на выходе с использованием низковольтных полупроводниковых элементов, высокое качество выходного напряжения за счёт многоступенчатости выходного напряжения, стремящегося к синусоиде, и низкий уровень гармонических искажений.

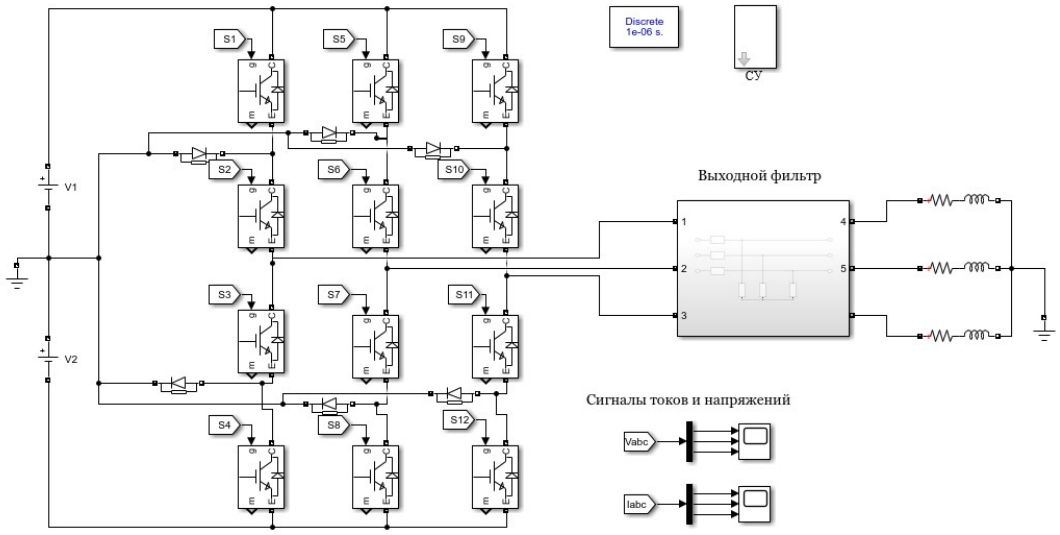


Рис. 1. Модель инвертора в ПО MatLab

Библиографический список

1. Макаров, В.Г. Многоуровневые инверторы напряжения. Обзор топологий и применение / В.Г. Макаров, Р.Н. Хайбрахманов // Вестник технологического университета. – 2016. Т.19, №22.

2. Таранов, М.А. Многоуровневые и каскадные инверторы / М.А. Таранов, П.Т. Корчагин // Вестник аграрной науки Дона. – 2013.

УДК 621.314.571

СЕРОВ А.В.[1], ДАРЬЕНКОВ А.Б.[1], ШИРШИН К.А.[1], АНДРЮХИН М.В.[2]

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ НЕЛИНЕЙНОСТИ МАГНИТНОЙ ЦЕПИ НА ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ ЭЛЕКТРОПРИВОДА ВРАЩЕНИЯ АНТЕННЫ РАДИОЛОКАЦИОННОЙ СТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеев[1]
АО «Федеральный научно-производственный центр «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»[2]

Опыт эксплуатации существующих радиолокационных станций (РЛС), а также анализ построения РЛС последних поколений определяет ряд необходимых требований к электроприводу(ЭП) вращения антенны:

- обеспечение плавного разгона;
- поддержание постоянных скоростей вращения при различных ветровых нагрузках;
- возможность глубокого регулирования скорости вращения антенны для предотвращения недопустимых механических нагрузок на ней, что обусловлено большой массой и парусностью активной фазированной антенной решетки.

Этим требованиям удовлетворяют ЭП на базе синхронного двигателя с постоянными магнитами. Система управления, показанная на рис. 1, обеспечивает стабилизированную скорость вращения антенны РЛС и требуемую точность определения координат цели.

При построении системы управления настройку регуляторов проводят для номинального режима, а также принимают допущение, что потокосцепление по осям d и q зависит от токов по соответствующим осям линейно. На практике же мы наблюдаем, что эта зависи-

мость нелинейна [1]. Из нелинейной зависимости следует, что индуктивность по осям *d* и *q* при увеличении нагрузки уменьшается. В связи с тем, что номинальный момент электродвигателя для вращения антенны РЛС выбирается по эквивалентному значению момента нагрузки [2], и не учитывает пиковые значения, вызванные порывами ветра, считаем актуальной задачу, исследование влияния нелинейности магнитной цепи СДПМ на систему управления ЭП вращения антенны РЛС.

В модели на рис. 1, задающим сигналом является скорость вращения двигателя. Для использования энергоэффективного режима, ток по оси *d* задан равным нулю. Два внутренних контура тока с пропорционально-интегральными регуляторами и внешний контур скорости. Выходы регуляторов токов по осям *d* и *q*, переводятся в напряжения *Ud* и *Uq*, которые с помощью блока обратного преобразование Горева – Парка преобразуются в значения *U*α и *U*β. Значения *U*α и *U*β используются для расчета потокосцеплений ψα и ψβ. Потокосцепления ψα и ψβ преобразуются в потокосцепления ψd и ψq с помощью блока прямого преобразование Горева - Парка. Потокосцепления ψd и ψq преобразуются в токи *Id* и *Iq* с помощью блока Function I (PSI_PM). Токи *Id* и *Iq* преобразуются в токи *I*α и *I*β с помощью блока обратного преобразование Горева – Парка. Дальше, используя значения потокосцеплений ψα и ψβ, и токов *I*α и *I*β, получаем электромагнитный момент двигателя. В результате получаем имитационную модуль СДПМ с учетом нелинейности магнитной цепи [3].

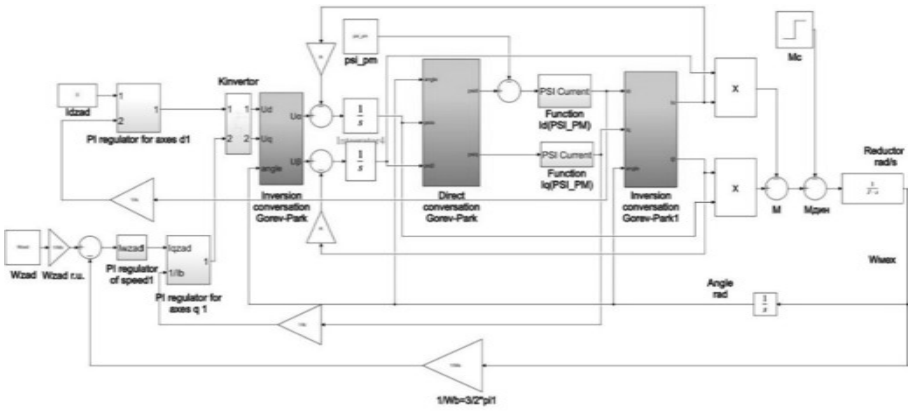


Рис. 1. Имитационная модель системы управления с учетом нелинейности магнитной цепи

На рис. 2 приведена диаграмма сигналов, показывающих характер переходных процессов тока *Iq* и скорости при различных моментах нагрузки.

Из рис. 2 видно, что при моменте нагрузки меньше номинальной, переходный процесс тока затянутый и имеет неявно выраженный колебательный характер. Характер процессов скорости при набросе нагрузки аналогичен процессах в контуре тока. То есть при малых моментах привод выходит на заданную скорость медленно и с большим дотягиванием. При моментах нагрузки больше номинального данной проблемы нет.

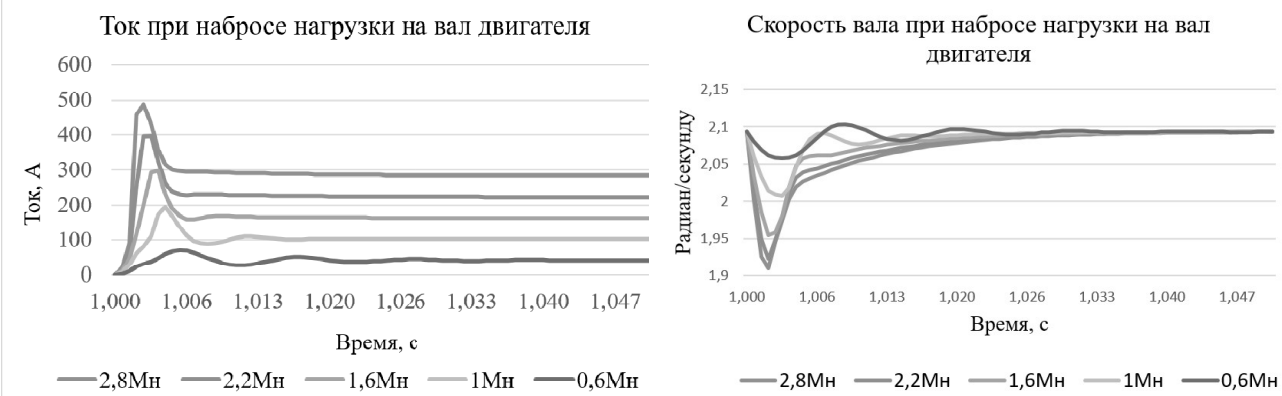


Рис. 2. Диаграммы тока и скорости при различных моментах нагрузки на валу двигателя

В результате было проведено исследование влияния нелинейности магнитной цепи СДПМ на систему управления ЭП вращения антенны РЛС. Была доработана модель, настроенная в [3] и получены диаграммы тока *Iq* и скорости. При моменте нагрузки выше номинального система показала себя устойчивой, с малым перерегулированием и высоким качеством регулирования. При малых моментах наблюдается незначительное ухудшение качества регулирования.

Библиографический список

1. Семинар «Преподавание электропривода в вузах» ЛЭТИ, 5 октября 2023 года, доклад А.С. Анучина «Модели, которым мы учим студентов». Электронный ресурс https://www.youtube.com/watch?v=yE-sTbFuhXA, дата обращения 19.03.25
2. Khvatov, S.V., Strelkov, V.F., Teten'kin, L.V. Ventil'no-mashinnyesistemyradiolokatsionnykhstantsiy [Radar valve-machine system]. Privodnaya-tekhnika, 2010, no. 3, pp. 19–21..
3. A.V.Serov, M.V. Andryukhin, T.E. Murtazin and V.G. Titov “Synthesis of Settings for Regulators of Permanent Magnet Synchronous Motor Control System,” 2024 IEEE 25th International Conference of Young Professionals in Electron Devices and Materials (EDM), Altai, Russian Federation, 2024, pp. 1620-1626. DOI: 10.1109/EDM61683.2024.10615214.

УДК 534:621.3

ТЫЧИНКИН В.А., ПЛЕХОВ А.С.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АНАЛИЗА ВИБРАЦИИ В ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Современные электромеханические системы в процессе эксплуатации неизбежно подвергаются вибрационным воздействиям, ухудшающим их работоспособность. Длительное отсутствие мер по подавлению вибрации может вызвать повреждение оборудования и даже разрушение конструктивных элементов [1]. Поэтому вибрация является одной из главных проблем современного машиностроения. Её анализ напрямую связан с разработкой эффективных методов и средств уменьшения вибраций.

Для анализа была разработана модель стенда с магнитореологической виброзащитной муфтой. Её математическая модель описывается системой:

$$\begin{cases} \frac{d\omega_d}{dt} = \frac{1}{J_d} \cdot (M_d - M_y - M_\eta) \\ \frac{dM_y}{dt} = C_M \cdot (\omega_d - \omega_M) \\ \frac{d\omega_M}{dt} = \frac{1}{J_M} \cdot (M_y + M_\eta - M_T) \\ M_\eta = \eta \cdot (\omega_d - \omega_M) \\ \eta = f(I_y) \end{cases} \quad (1)$$

Здесь M_d - момент двигателя; M_y – момент упругости; M_η – момент вязкости; M_T – тормозной момент; J_d – момент инерции двигателя; J_M – момент инерции механизма; C_M – коэффициент жесткости; η – вязкость; I_y – ток намагничивания; ω_d – угловая скорость вращения двигателя; ω_M – угловая скорость механизма [2].

Механическая характеристика в рабочем диапазоне скоростей является практически линейной. Поэтому в имитационной модели зависимость момента двигателя от заданной частоты вращения ω_{xx} и его действительной скорости ω_d описывается выражением:

$$M_d = \frac{1}{\beta} \cdot (\omega_{\text{xx}} - \omega_d) \quad (2)$$

Имитационная модель испытательного стенда с муфтой, защищающей асинхронный двигатель от вибраций, создаваемых управляемым тормозным устройством, изображена на рис. 1.

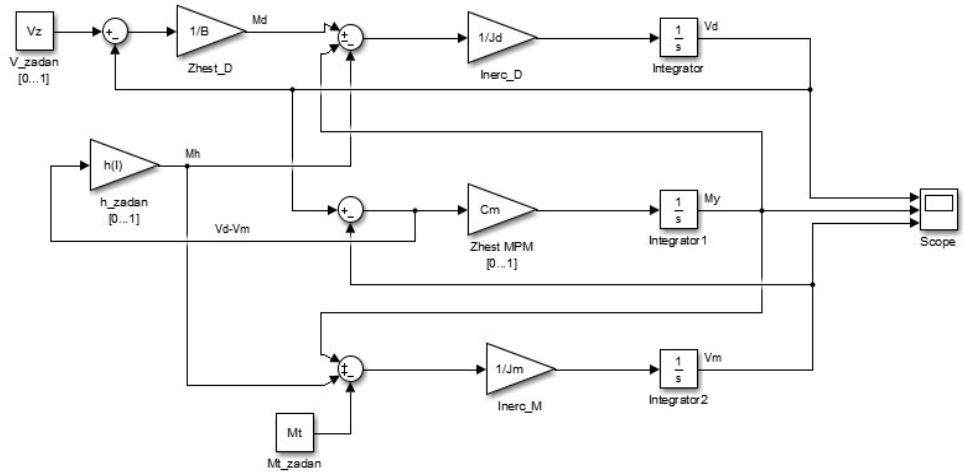


Рис.1. Имитационная модель испытательного стенда

Библиографический список

1. Бидерман, В.Л. Теория механически колебаний: Изд. 3-е, доп. – М.: ЛЕНАНД, 2017. – 416 с.

2. 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. – 132с.

УДК 621.3

ХРАМОВ А.Е., ДАРЬЕНКОВ А.Б.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СХЕМЫ ЗАМЕЩЕНИЯ АСИНХРОННОГО ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЯ В ПРОЦЕССЕ ЕГО РАБОТЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный технологический уклад России предполагает широкое распространение электрических приводов переменного тока в промышленности [1]. В настоящее время наблюдается увеличение доли электроприводов, построенных на базе асинхронных двигателей (АД) с короткозамкнутым ротором [2]. Причиной этого явления является высокая надежность и низкая стоимость АД в сравнении с другими типами электрических машин, конструкция ротора не содержит скользящих контактов или постоянных магнитов, ввиду этого – технологичность, а также простота обслуживания.

Большой класс технических систем, таких как станочное оборудование, роботизированные линии, электромобили и другие [3] предъявляют высокие требования к диапазону регулирования скорости: 1:1000 и выше. Реализация векторного управления АД без датчика скорости позволяет выполнить данное условие, при этом одновременно обеспечить ресурсо- и энергосбережение, снизить массу и габариты двигателя.

Серьезной проблемой при создании бездатчиковых систем векторного управления АД выступает изменение его параметров схемы замещения, поскольку эти данные составляют основу всех вычислительных операций в алгоритме векторного управления. В частности, наибольшим изменением в рабочих режимах электропривода обладают активные сопротивления статора и ротора двигателя – их увеличение возможно на 50% и выше [4]. Ввиду этого задача идентификации активных сопротивлений АД является актуальной, поскольку ее ус-

пешное решение позволяет создать высококачественные электропривода с векторной системой управления, которые характеризуются повышенной надежностью и высокой точность регулирования частоты вращения ротора [5].

Авторами разработана структура идентификатора активного сопротивления статора и ротора, построенная на основе математического описания электромагнитных процессов асинхронного электродвигателя. Также составлена математическая модель и проведены имитационные исследования идентификатора параметров и наблюдателя состояния электрической машины в составе бездатчиковой системы векторного управления асинхронным электродвигателем в среде *MatLab*/*Simulink*. Полученные результаты показали следующие преимущества разработанной системы:

– оценка активного сопротивления статора и ротора асинхронного двигателя выполняется с погрешностью, не превышающей 0,02% во всём диапазоне частот вращения вала двигателя;

– совместная работа идентификатора параметров и наблюдателя состояния электродвигателя позволяет оценивать частоту вращения $\widehat{\omega}_R$, модуль потокосцепления ротора $\left|\widehat{\Psi}_R\right|$ и угол поворота ротора $\hat{\theta}_{\Psi R}$ с погрешностью, не превышающей 1,5% при изменении активных сопротивлений статора и ротора двигателя.

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 07.11.2023 г. № 3113-р «О внесении изменений в государственную программу Российской Федерации «Об утверждении стратегического направления в области цифровой трансформации обрабатывающих отраслей промышленности, относящейся к сфере деятельности Министерства промышленности и торговли Российской Федерации». – *URL*: http://government.ru/docs/all/150406/. – Текст : электронный (дата обращения 15.03.2025).
2. Козярук, А.Е. Взаимовлияние промышленных технологий и электроприводов / А.Е. Козярук // Докл. науч.-метод. семинара «Электропривод и развитие техники». – 2012. – С. 22-40.
3. Salahuddin, H. Electric Vehicle Transient Speed Control Based on Vector Control FM-PI Speed Controller for Induction Motor / H. Salahuddin, K. Imdad, M.U. Chaudhry, M.M. Iqbal, V. Bolshev, A. Hussain, A. Flah, V. Panchenko, M. Jasiński // Appl. Sci.– Vol. 12 (17). – 2022. – № 8694. – DOI: 10.3390/app12178694.
4. Храмов, А.Е. Адаптивный наблюдатель состояния асинхронного электродвигателя / А.Е. Храмов, А.Б. Дарьенков // Будущее технической науки: тез. докл. XXIII Всероссийской молодёжной науч.-техн. конф. НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – 2024. – С. 182-183.
5. Дарьенков, А.Б. Разработка и исследование адаптивного наблюдателя состояния асинхронного двигателя / А.Б. Дарьенков, А.Е. Храмов // Электроэнергетика глазами молодежи: материалы XIV Междунар. науч.-техн. конф. –Т. 2. – 2024. – С. 193-196.

Подсекция 2.2

Эффективность систем электроэнергетики

УДК 621.31

АВДЕЕНКО И.С., КОКОРЕВ А.А., СОСНИНА Е.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ СВИ В ПРЕДИКТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ 6-20 КВ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

Силовые трансформаторы (СТ) 6–20/0,4 кВ распределительных электрических сетей (РЭС) относятся к основным элементам систем электроснабжения потребителей 0,4 кВ. Износ трансформаторного оборудования в ПАО «Россети Центр и Поволжье» составляет более 80 % [1], и в условиях цифровизации электроэнергетикиСТ требуют современных средств диагностики. Выявлять внутренние повреждения СТ на ранней стадии и прогнозировать их развитие и время до отказа позволяет подход к мониторингу СТ с применением синхронизированных векторных измерений (СВИ) [1]. СВИ – технология, обеспечивающая высокоточный сбор данных о векторах тока и напряжения в электрических сетях с синхронизацией по времени через *GPS* или ГЛОНАСС. С помощью СВИможно получать согласованные данные из разных точек сети, что важно для анализа режимов, локализации повреждений и управления энергосистемой[2]. Технологии СВИ позволяют получать синхронизированные измерения напряжения и тока в СТ и могут быть использованыпри построении математической модели для определенияотклонений фактических параметров схемы замещения СТ от их номинальных значений.

Цель исследований – обосновать эффективность СВИ для предиктивной диагностики СТ 6–20 кВ. Основными проблемами применения СВИ в распределительных сетях 6–20 кВ является высокая стоимость интеллектуальных электронных устройств и каналов передачи данных для их функционирования, а также сложность интеграции в уже существующие системы. Вместе с тем в России и за рубежом активно ведутся работы по применению технологий СВИ для автоматизации РЭС среднего напряжения [3, 4]. Расширяются использование и возможности сетевых устройств СВИ на уровне распределения среднего напряжения [4]. Уже успешно прошла апробацию система СВИ при поиске места повреждения кабельной линии при искусственном однофазном замыкании на землю в городских электросетях Казани [2]. В рамках пилотных проектов МРСК Северо-Запада были автоматизированы несколько ТП 6/0,4 кВ в городских сетях Архангельска.

Эффективность применения технологий СВИ для предиктивной диагностики СТ РЭС определяется рядом факторов: категория бесперебойностиэлектроснабжения, уровень автоматизации и др.

Библиографический список

1. Кокорев, А.А. К вопросу мониторинга силовых трансформаторов 6-20 кВ с применением синхронизированных векторных измерений / А.А. Кокорев, Е.Н. Соснина // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: Материалы XIV Всерос. научно-техн. конф. Чебоксары, 2024. – С. 247–249.

2. Попов, А.И. Применения технологии синхронизированных векторных измерений для повышения надежности и эффективности работы энергосистем / А.И. Попов, А.В. Мокеев, С.А. Пискунов, А.В. Родионов // Методические вопросы исследования надежно-

сти больших систем энергетики. Книга 2. – Иркутск: ИСЭМ СО РАН, 2020. – С. 302-311.
3. Пискунов, С.А. Применение СВИ для автоматизации распределительных сетей / С.А. Пискунов, П.И. Андреев, А.В. Миклашевич [и др.] // Релейщик. – 2022. – № 3(44). – С. 26-31.
4.Synchronized Measurements and Their Applications in Distribution Systems / By Ed. A. von Meier. NASPI-2020-TR-016, 2020, 40 p.

УДК 621.311.1

АККАД А.Ф.(1), СОСНИНА Е.Н.(2)

УПРАВЛЕНИЕ *D-STATCOM* НА ОСНОВЕ НЕЧЕТКОЙ ЛОГИКИ ВТОРОГО ТИПА В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ СЕТИ С ВИЭ

Университет Алеппо, Сирийская Арабская Республика (1)
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева(2)

Интеграция распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) в распределительную электрическую сеть (РЭС) негативно влияет на качество электроэнергии, поставляемой потребителям. Стохастический характер ВИЭ и их подключение через полупроводниковые преобразователи вызывают колебания и несинусоидальность напряжения. Применение *D-STATCOM* позволяет снизить колебания напряжения и гармонические составляющие тока в РЭС с распределенной генерацией, но системы управления, опирающиеся на традиционные ПИ/ПИД-регуляторы, характеризуются слабым откликом в нелинейных динамических системах. Повысить быстроту реагирования *D-STATCOM* позволяет управление на основе нечеткой логики [1].

Известные системы нечеткой логики для управления *D-STATCOM*, как правило, основаны на концепции нечетких множеств 1-го типа, что часто не обеспечивает достоверные решения из-за недостаточно обоснованного выбора параметров (входных данных) моделирования, а также не позволяет адекватно описать имеющуюся неопределенность (интервальную, временную). Чтобы преодолеть ограниченность нечетких множеств 1-го типа в моделировании и минимизировать влияние неопределенностей предлагается применение нечеткой логики 2-го типа [2], позволяющей учитывать дополнительный уровень и лучше справляться с неопределенностью [3].

Разработан алгоритм управления *D-STATCOM* на основе нечеткой логики 2-го типа с использованием двух регуляторов: на основе методов Мамдани и Сугено. Создана *Matlab*-модель РЭС (0.4 кВ, 50 Гц) с ветроэлектрической (ВЭУ) и фотоэлектрической (ФЭУ) энергоустановками. ВЭУ при изменении скорости ветра вызывает колебания напряжения, а работа ФЭУ генерирует в РЭС высшие гармонические составляющие тока и напряжения. В таблице приведены результаты моделирования показателей качества электроэнергии (ПКЭ при работе ВИЭ для 4-х режимов РЭС: без регулирования, с регулированием *D-STATCOM* на основе ПИ-регулятора, на основе нечеткой логики 1 и 2-го типов. Использование алгоритма на основе нечеткой логики 2-го типа показало наилучшие результаты.

Таблица 1

Сравнение результатов моделирования для разных режимов регулирования

ПКЭ	Без *D-STATCOM*	ПИ-регулятор	Нечеткая логика 1-го типа	Нечеткая логика 2-го типа
THDi, %	9,30	3,60	3,27	3,08
Δ*U*, %	2,56	1,72	1,45	1,40

Библиографический список

1. Shi J., Noshadi A., et al. Fuzzy logic control of DSTATCOM for Improving Power Quality and Dynamic Performance // Australasian Universities Power Engineering Conference, 2015, DOI: 10.1109/AUPEC.2015.7324796.
2. Handayani A.S.Husni N.L. et al, Application of Type-1 and Type-2 Fuzzy Logic Controller for The Real Swarm Robot//International Journal of Online and Biomedical Engineering, 2019, DOI:10.3991/ijoe.v15i06.10075.
3. Hamdan I., Mostafa M., Noureldeen O. Infuence of Interval Type-2 Fuzzy Control Approach for a Grid-Interconnected Doubly-Fed Induction Generator Driven by Wind Energy Turbines in Variable-Speed System // SN Applied Sciences, 2022, 5(1), DOI:10.1007/s42452-022-05242-2.

УДК 621.317

АЛЕШИН П.А., КРАЛИН А.А., СЕРЕБРЯКОВ А.В., СЕРЕБРЯКОВ Н.А.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ АККУМУЛЯТОРНЫХ БАТАРЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аккумуляторные батареи (АКБ) могут использоваться как источники питания портативных устройств, стартерных батарей в автотранспорте, источников бесперебойного питания. Преждевременный отказ батареи может повлечь последствия разной степени тяжести: от потери информации на персональном компьютере до отключения систем жизнеобеспечения [1].

Как правило, батареи выходят из строя не одновременно, а по одной. При этом нагрузка на соседние батареи возрастает. Система мониторинга батарей и предиктивный прогноз выхода их из строя позволит заранее заказать замену деградирующей батареи и повысить надежность работы системы [2].

Для решения данной проблемы разработан алгоритм системы оповещения о выходе АКБ из строя, который в реальном времени отслеживает изменение параметров АКБ и проводит диагностику состояния АКБ, определяя уровень работоспособности аккумулятора (*state-of-health*, (*SoH*)) и уровень заряда батареи (*state-of-charge* (*SoC*)) [3]. Если вычисленное значение *SOC* меньше критического (50% при температуре больше 0), то на контроллер подается сигнал о необходимости принудительного подзаряда АКБ. При значении *SoH* в диапазоне от 80 до 90% на терминал оператора подается сигнал о скором выходе из АКБ строя. Если значение *SoH* меньше 80% передается сигнал о необходимости срочной замены АКБ.

На рис.1 приведена принципиальная схема системы мониторинга.

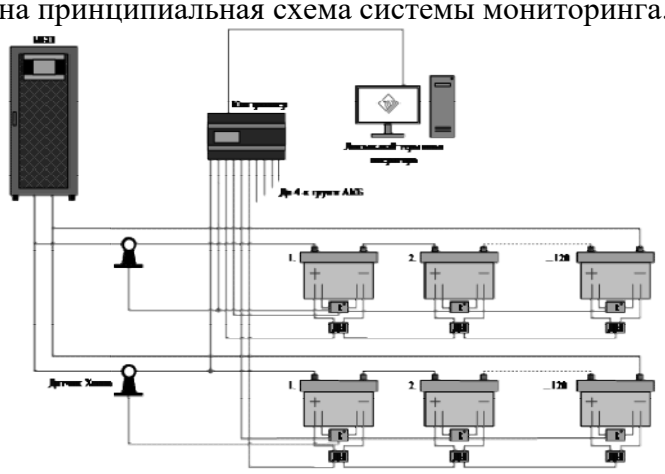


Рис. 1. Принципиальная схема системы мониторинга

В результате анализа стандартных решений была предложена реализация схемы системы мониторинга аккумуляторов [4,5]. В отличие от стандартных схем, на каждом АКБ, помимо датчика температуры, дополнительно установлен датчик напряжения. Несмотря на удорожание системы, данное решение является единственным надежным способом измерения напряжения каждого АКБ, что упрощает задачу дальнейшей диагностики. Измеренные значения температуры, тока и напряжения с датчиков передаются на контроллер, где обрабатываются, и по сети Ethernet передаются на локальный терминал оператора.

Библиографический список

1. Чупин, Д.П. Параметрический метод контроля эксплуатационных характеристик аккумуляторных батарей: дис. … к-та техн. наук 05.11.13 / Чупин Д.П. – Омск, 2014. – 203с.
2. Кузьмин, И.Н. Электротехнический комплекс специализированного источника питания на основе проточного аккумулятора: дис. … к-та техн. наук 2.4.2 / Кузьмин И.Н. – Н. Новгород, 2024. – 144с.
3. Смирнов, Д.А. Разработка алгоритма контроля технического состояния стартерной аккумуляторных батареи / Смирнов Д.А., Пузаков А.В. // Шаг в науку. – 2022. - №3. – с. 39-44.
4. Дергач, А.Е. Система мониторинга бесперебойного электропитания / Дергач А.Е., Лобанов Д.К. // Актуальные проблемы авиации и космонавтики – 2022 г. № 1. с. 600-602.
5. Бажуков, И.М. Контроль электрических характеристик аккумуляторов ИБП как один из способов повышения надежности электроснабжения / Бажуков И.М. // Автоматизация в промышленности – 2017 г. №10. с. 34-36.

УДК 621.31

БУЗИН Н.А., ШАЛУХО А.В.

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ МУЛЬТИАГЕНТНЫХ СИСТЕМ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ГИБРИДНЫМИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа посвящена проблеме повышения эффективности управления гибридными энергетическими комплексами (ГЭК), включающими в состав водородные топливные элементы и аккумуляторные батареи (АБ).

Одно из наиболее быстроразвивающихся направлений в мировой энергетике, включая российскую энергетику, связано с технологиями топливных элементов (ТЭ), работающих на водороде [1]. ТЭ отличаются высокой энергоэффективностью и экологичностью, что обосновывает перспективы их применения для электропитания многих мобильных и стационарных объектов. Важным преимуществом является возможность модульного использования ТЭ, которая позволяет наращивать мощность комплексов и сочетать ТЭ с другими типами источников и накопителей электроэнергии.

Для ГЭК, включающих ТЭ и АБ, актуальной задачей является разработка системы управления, обеспечивающей оптимальные режимы, надежность работы и сохранение эксплуатационного ресурса комплекса с учетом изменяющихся внешних и внутренних факторов. В работе для решения этой задачи рассматривается применение технологий мультиагентных систем управления (МАС).

МАС представляет собой распределённую интеллектуальную систему, состоящую из взаимодействующих агентов (автономных программных или аппаратных модулей), которые совместно решают задачи управления, мониторинга и оптимизации работы. Одно из ключе-

вых преимуществ МАС заключается в возможности масштабирования (новый компонент может быть относительно просто интегрирован в систему, без глобального изменения программного обеспечения).

Для рассматриваемых ГЭК основными типами агентов будут являться: агент энергопотребления, агент производства энергии (агент ТЭ), агент накопления электроэнергии (агент АБ) и агент моделирования. Ключевые этапы реализации МАС будут заключаться в следующем:

1) анализ и проектирование системы;
2) разработка моделей агентов;
3) реализация взаимодействия агентов;
4) тестирование и валидация;
5) внедрение и мониторинг.

На первом этапе исследований будет выполнен анализ программных комплексов, которые позволяют моделировать работу МАС, среди которых можно выделить JADE, Python, MATLAB. Будет проведен выбор программного обеспечения для моделирования системы.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2025-0002)

1. **Шалухо, А.В.** Разработка и исследование алгоритмов управления энергоустановкой на основе нескольких водородных топливных элементов // Известия Тульского государственного университета. Технические науки. – 2023. – № 11. – С. 386-393. – DOI 10.24412/2071-6168-2023-11-386-387. – EDN LXSCVL.

УДК 621.316.11

ЖАРЕНКОВ С.А., ГУСЕВ Д.А., КРЮКОВ Е.В., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., СОСНИНА Е.Н.

РЕГУЛИРОВАНИЕ ПОТОКОВ МОЩНОСТИ В РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С МНОГОСТОРОННИМ ПИТАНИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно Энергетической стратегии Российской Федерации до 2050 г. важной задачей является развитие технологий распределенной генерации, в том числе электрогенерирующих установок на основе использования возобновляемых источников энергии (ВИЭ) [1]. Внедрение систем с ВИЭ обусловлено также децентрализацией систем электроснабжения потребителей и неразрывно связано с появлением многостороннего питания и реверсивными потоками мощности. Поскольку ВИЭ отличаются непостоянством выработки электроэнергии [2], эффективность электроснабжения потребителей зависит от надежной и устойчивой работы электрической сети с ВИЭ. Для этого необходимо внедрение специальных устройств и технологий, реализующих принудительное управление потоками мощности и обеспечивающих при многостороннем питании вариативность выбора потребителями источника энергии. Таким устройством является тиристорный регулятор напряжения (ТРН) [3], подключаемый к электрической сети. Принцип действия ТРН основан на изменении угла фазового сдвига вектора выходного напряжения относительно входного путем введения в сеть добавочного напряжения. Предусмотрены режимы запаздывания и опережения выходного напряжения при регулировании ТРН. Изменение угла фазового сдвига позволяет регулировать как направление, так и величину потоков активной и реактивной мощности.

Цель исследования – оценка влияния ТРН на изменение потоков мощности в сети с многосторонним питанием. Для проведения исследований разработана физическая модель

участка электрической сети. Модель включает в себя два источника питания, ТРН, блоки линий электропередачи и нагрузочных узлов, измерительные приборы. Физическое моделирование позволило получить зависимости активной и реактивной мощности в сети, линейного напряжения на входе и выходе ТРН от фазового сдвига в режимах опережения и запаздывания выходного напряжения. Проведено сравнение результатов, полученных на физической и имитационных моделях, проанализирована сходимость кривых активной мощности и напряжения на выходе ТРН.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-29-00872).

Библиографический список

1. Распоряжение Правительства РФ от 12.04.2025 № 908-р «Об утверждении Энергетической стратегии Российской Федерации на период до 2050 года».
2. **Schultis D.-L., Korner C. A.** Method for the Modular Power Flow Analysis of Extensive Distribution Grids // Energies. 2025. Volume 18.
3. **Sosnina E.N., Bedretdinov R. Sh., Kryukov E.V., D. Gusev D.A.** Architecture of the IoE-style Electrical Network with Thyristor Voltage Regulators and Renewable Energy Sources // 2024 IEEE International Conference on Power System Technology (PowerCon), Kathmandu, Nepal, 2024, pp. 1-5.

УДК 621.316.1

ЗАХАРОВА А.А., СОСНИНА Е.Н., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., КРЮКОВ Е.В., ГУСЕВ Д.А.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО РАБОТЕ С ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛЬЮ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ С ТИРИСТОРНЫМИ РЕГУЛЯТОРАМИ НАПРЯЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Согласно Энергетической стратегии России до 2050 года среди основных тенденций развития энергетической отрасли выделена «…необходимость обеспечения надежной и устойчивой работы энергосистем со значительной долей возобновляемых источников энергии (солнечная и ветряная генерации) в структуре выработки» [1]. Развитие распределенной генерации на основе возобновляемых источников энергии (ВИЭ) требует решения вопросов, связанных с перераспределением потоков мощности и обеспечением качества электрической энергии. В НГТУ им. Р.Е. Алексеева разработана физическая модель участка электрической сети с тиристорными регуляторами напряжения (ТРН) [2]. ТРН позволяют управлять потоками мощности и влиять на показатели качества электрической энергии, такие как отклонения и колебания напряжения [3]. Внедрение ТРН в электрических сетях требует подготовки высококвалифицированных кадров.

Целью работы является разработка методических рекомендаций по работе с физической моделью электрической сети с ТРН для подготовки специалистов, способных работать с современными устройствами силовой электроники. Такой подход является важным шагом для внедрения инновационных технологий в области электроэнергетики.

Методические рекомендации включают в себя описание физической модели и ее элементов, порядок работы с физической моделью и комплекс лабораторных работ. Основной задачей лабораторных работ является получение регулировочных характеристик ТРН, а также исследование влияния ТРН на перераспределение потоков мощности и показатели качества электроэнергии в электрической сети с многосторонним питанием. Лабораторные работы позволяют изучить систему управления ТРН в режимах продольного, поперечного и про-

дольно-поперечного регулирования при дискретном и плавно-дискретном способах регулирования. Разработанные методические рекомендации формируют компетенции, связанные с освоением студентами как теоретических знаний по работе ТРН, так и практических навыков исследования влияния ТРН на потоки мощности и показатели качества электроэнергии в электрической сети с многосторонним питанием.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-29-00872).

Библиографический список

1. Энергетическая стратегия Российской Федерации на период до 2050 года: [утверждена распоряжением Правительства РФ от 12 апреля 2025 года № 908–р].
2. Соснина, Е.Н. Разработка физической модели распределительной электрической сети с тиристорными регуляторами напряжения и мощности / Соснина Е.Н., Бедретдинов Р.Ш., Крюков Е.В. // Фёдоровские чтения 2023: Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (с элементами научной школы для молодежи). – М.: МЭИ, 2023. – С. 169-175.
3. Соснина, Е.Н. Исследование участка электрической сети с тиристорным регулятором напряжения и источником распределённой генерации / Соснина Е.Н., Бедретдинов Р.Ш., Крюков Е.В. // Актуальные проблемы электроэнергетики: Сборник научно-технических статей X Всероссийской (XLIII Региональной) научно-технической конференции. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. – С. 278-284.

УДК: 621.31

ИВАНОВ А.В., БЕДРЕТДИНОВ Р.Ш., СОСНИНА Е.Н.

ПРОЕКТНАЯ СИСТЕМА ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДСТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проектирование является оптимизационной задачей. Сложность процесса проектирования заключается в его многокритериальности и высокой степени неопределенности исходных данных. Так, основой для проектирования конкретного электротехнического комплекса (ЭТК) распределительной электрической сети являются результаты перспективного планирования развития электроэнергетической системы в целом. Эти результаты могут быть в любой момент скорректированы, так как содержат взаимоувязанные решения по развитию электрических сетей различных назначений и напряжений [1].

Процесс проектирования ЭТК интеллектуальных электрических сетей (ИЭС) становится сложным, что обусловлено особенностями последних. Распределительная ИЭС характеризуется как сеть с распределенной генерацией (в т.ч. с использованием возобновляемых источников энергии) и элементами на базе силовой электроники (регуляторы параметров, преобразователи и др.) [2]. Требуется разработка проектной системы [3], позволяющей определить оптимальное проектное решение для конкретного ЭТК ИЭС. Примером ЭТК ИЭС является высокоавтоматизированная подстанция (ВАПС) напряжением 10/0,4 кВ.

Большая часть операций, выполняемых проектной системой, должны быть автоматизированы. Это позволит корректировать готовое проектное решение при уточнении исходных данных. Для этого проектная система ВАПС должна соответствовать требованиям стандартов МЭК [4]. Должен быть обеспечен автоматизированный анализ информации об однолинейной схеме ВАПС, используемых функциях автоматики и конфигурации прилегающей

электрической сети. Такая информация представлена в машиночитаемых *SSD*-файле и *CIMRDF*-фрагменте цифровой информационной модели энергосистемы.

Широкое внедрение распределенных источников энергии и элементов силовой электроники наделяет ИЭС новыми (по сравнению с традиционной электрической сетью) характеристиками. В частности, нелинейность полупроводниковых устройств приводит к появления гармонических и интергармонических составляющих тока и напряжения. Проектная система ВАПС должна позволять оценить влияние несинусоидальности тока и напряжения на оборудование ВАПС и определить оптимальные меры для минимизации негативного влияния [5].

Библиографический список

1. Ананичева, С.С. Проектирование электрических сетей / С.С. Ананичева, Е.Н. Котова. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2017. – 164 с.
2. Sosnina E., Bedretdinov R., Ivanov A. Technical and Information Questions of Active-Adaptive Network Design // 2022 4th International Conference on Electrical, Control and Instrumentation Engineering, 2022. DOI: 10.1109/ICECIE55199.2022.10000296.
3. Ганджа, Д.С. Проектная система электромеханического привода электрогидравлического усилителя мощности / Ганджа Д.С., Ардашев Д.В. // Электричество. 2025. № 5. С. 74–83.
4. Иванов, А.В. Об информационной составляющей интеллектуальной электрической сети / Иванов А.В., Соснина Е.Н. // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике: материалы XVIIВсерос. науч.-техн. конф. Чебоксары: ЧГУ, 2025.
5. Sosnina E., Bedretdinov R., Ivanov A. Assessment of Voltage Nonsinusoidality in Smart Grid Engineering // 2022 IEEE International Conference on Power and Energy (PECon), 2022. DOI: 10.1109/PECon54459.2022.9988889

УДК 621.3

КАСАТКИН О.И., СОКОЛОВ В.В.

КОМПЕНСАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ В ЦЕПИ ПОТРЕБИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Несмотря на долгие десятилетия использования электричества, в особенности переменного тока, человечество так и не смогло решить множества проблем, связанных с потреблением энергии. Одной из них является реактивная мощность. Переменный ток идет по проводу в обе стороны, в идеале нагрузка должна полностью использовать полученную энергию, однако при рассогласованиях между генератором и потребителем происходит одновременное протекание токов от генератора к нагрузке и от нагрузки к генератору, что приводит к потерям энергии, следовательно, потребитель платит за энергию, которую он сам не потребляет. На сегодняшний день данная проблема решается локально компенсацией реактивной мощности.

Для решения данной проблемы существуют два основных метода: пассивная и активная компенсация реактивной мощности (КРМ). Наиболее дешевым методов является пассивный, достаточно уравновесить емкостную и индуктивную составляющие нагрузки. Под активным подразумевается использование многоуровневых конденсаторных батарей или тиристорные компенсаторы реактивной мощности, что сравнительно дорого и требует настройки под нагрузку и сеть.

В докладе приводятся результаты использования пассивного метода КРМ. На рис. 1 представлена имитационная модель в ПО *Matlab*.

С помощью RLC мы имитируем фазовый сдвиг, а также его компенсирование.

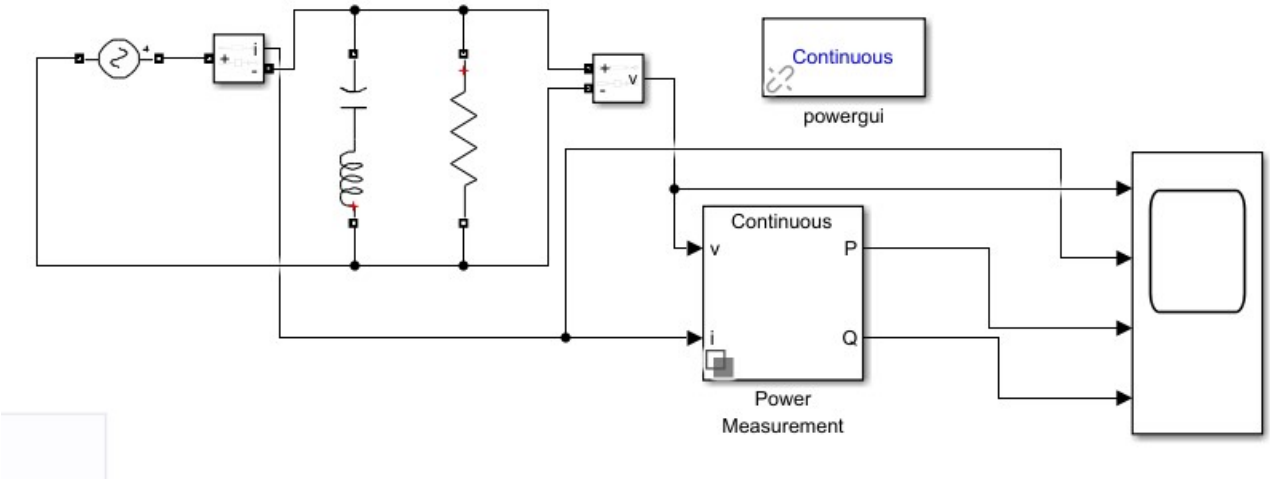


Рис. 1. Имитационная модель

Библиографический список

1. Интеллектуальная электротехника / НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. №1 (9). – 113 с.
2. Ваняев, В.В. Силовая электроника: учебное пособие / В. В. Ваняев. - Нижний Новгород : Нижегор. гос. техн. ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2017. - 107 с.

УДК 621.316.925.1

КОРОБОВ Д.М., НАЗАРЕНКО И.А., РОМАШОВ С.А.

МТЗ С ПУСКОМ ПО МИНИМАЛЬНОМУ НАПРЯЖЕНИЮ

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

В протяженных линиях электропередачи (ЛЭП) напряжением 6-20 кВ (как воздушных, так и кабельных) длиной более 10-15 км возникает проблема обеспечения чувствительности токовых защит к коротким замыканиям (КЗ) в конце линии. Причинами этого являются: удаленность точки КЗ от источника питания, необходимость отстройки от токов самозапуска нагрузок, подключенных по всей длине ЛЭП, низкая электрическая плотность нагрузок. Дополнительные сложности при обеспечении чувствительности возникают, когда в зоне защиты есть трансформатор 6-20/0,4 кВ, когда токовая защита, установленная на головном выключателе ЛЭП должна обеспечивать надежное отключение коротких замыканий на низкой стороне трансформатора.

Проведенные исследования показывают, что при длинах линий более 20 км и распределении нагрузок вдоль всей длины ЛЭП максимальная токовая защита (МТЗ) не обеспечивает требование ПУЭ в основной зоне защиты. Одним из вариантов решения обозначенных проблем является применение блокировки минимального напряжения для повышения чувствительности МТЗ при КЗ и улучшение её отстройки от токов нагрузки.

Рассмотрим протяженную распределительную сеть 6-35 кВ на примере участка сети 6 кВ системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей одного из районов Нижегородской области, представленной на рис. 1.

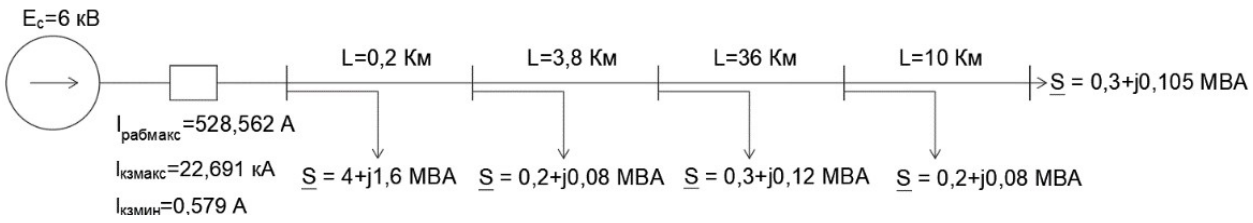


Рис.1. Участок системы электроснабжения сельскохозяйственных потребителей

В результате проведенных расчетов очевидно, что защита не удовлетворяет условию чувствительности в конце линии.

Блокировка минимального напряжения может являться средством повышения чувствительности защиты, но в то же время при больших длинах линий не решает проблему защиты от КЗ в конце зоны. Трансформаторы надо исключать из зоны защиты головной МТЗ и обеспечивать их отключение либо плавкой вставкой на стороне ВН, либо использованием ДЗТ. Для защиты ЛЭП, если не хватает МТЗ с блокировкой минимального напряжения, нужно рассмотреть возможность применения других видов защит и переход на микропроцессорную элементную базу.

Библиографический список

1. ГОСТ 13109-97 «Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».
2. Шабад, М.А. Расчет релейной защиты и автоматики распределительных сетей. 4-е изд. 2010.
3. СТО 56947007- 29.120.70.305-2020.
4. СНиП 2.05.06-85* «Электрические сети».

УДК 621.3

КРАЛИН Ан.А., СМИРНОВА А.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ РАБОТЫ ДИЗЕЛЬ-ГЕНЕРАТОРНОЙ УСТАНОВКИ ПЕРЕМЕННОЙ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ В ТОЧКЕ ОПТИМАЛЬНОГО РЕЖИМА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время в качестве автономныхили резервных источников питания активно используются дизель-генераторные установки переменной частоты вращения (ДГПЧВ). Переменная частота вращения, свойственная данным установкам, позволяет придерживаться оптимального режима работы при изменении нагрузки [1]. Это позволяет добиться снижения износа в ходе эксплуатации и уменьшения расхода горючего. При этом КПД установки достигает наибольшего возможного значения.

Известны установки, обеспечивающие оптимальный режим работы двигателя внутреннего сгорания, работа в точке которого характеризуется оптимальным потреблением топлива, но может осуществляться ограниченное время.

Среди условий оптимального режима работы можно выделить максимальный КПД системы, стабильность напряжения и частоты, минимальный удельный расход топлива [2]. Таким образом, обеспечиваются минимизация потерь, требуемое качество электрической энергии и экономическая эффективность.

Для предотвращения перегрузок и недогрузок следует придерживаться оптимальной нагрузки. Она обеспечивает баланс между ресурсом оборудования и производительностью. Как правило, она составляет около 75% от номинальной мощности.

Стабилизация оптимальной точки работы реализуется с использованием АКБ за счет перераспределения электроэнергии [3]. При смещении точки в сторону уменьшения мощности батарея заряжается. При возрастании мощности нагрузки аккумулятор дополнительно питает ее.

Работа ДГПЧВ характеризуется напряжением и частотой выходного сигнала, мощностью, коэффициентом мощности, удельным расходом топлива.

Проведение исследования работы ДГПЧВ в оптимальном режиме позволяет увеличитьсрок эксплуатации и энергоэффективность, уменьшить затраты на эксплуатацию системы. Использование современных систем управления, выбор нагрузки и контроль коэффициента мощности оказывают ключевое влияние на результат исследования.

Дальнейшиеисследования целесообразно сосредоточить на разработке интеллектуальных систем управления, способных автоматически поддерживать оптимальный режим работы дизель-генераторных установок переменной частоты вращения.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2025-0001).

Библиографический список

1. Дарьенков, А.Б. Автономные дизель-генераторные установки переменной частоты вращения / А.Б. Дарьенков, О.С. Хватов; – Н. Новгород: НГТУ, 2023. – 283 с.
2. Байков, Б.П. Дизели. - Л.: Машиностроение, 1964. - 600 с.
3. Крутов, В.И. Автоматическое регулирование двигателей внутреннего сгорания. – М.: Машиностроение, 1979. – 615 с.

УДК 621.31

ПЕТУХОВ Я.И., КРЮКОВ Е.В., ЛОСКУТОВ А.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВИРТУАЛЬНОГО СИНХРОННОГО ГЕНЕРАТОРА В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ С ИСТОЧНИКОМ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Внедрение распределенной генерации (РГ) является перспективным направлением развития систем электроснабжения (СЭС), повышая энергетическую безопасность и снижая потери при передаче электроэнергии. Однако сувеличением доли РГ снижается динамическая устойчивость всей СЭС, так как объекты распределенной генерации подключаются через силовые преобразователи, которые не обладают инерционным откликом. В отличие от традиционных синхронных генераторов, ротор которых обладает запасом кинетической энергии, сетевые инверторы не демпфируют возмущения, что оказывает негативное влияние на динамическую устойчивость и стабильность функционирования СЭС [1]. Таким образом, необходима разработка новых способов управления источниками распределенной генерации, которые способны обеспечить виртуальную инерцию и демпфирование возмущений в СЭС.

Для решения проблемы предложено применение виртуального синхронного генератора (ВСГ), имитирующего инерционные и демпфирующие свойства традиционных синхронных машин. На рис. 1 представлена имитационная модель ВСГ, реализованная в *MatlabSimulink.*

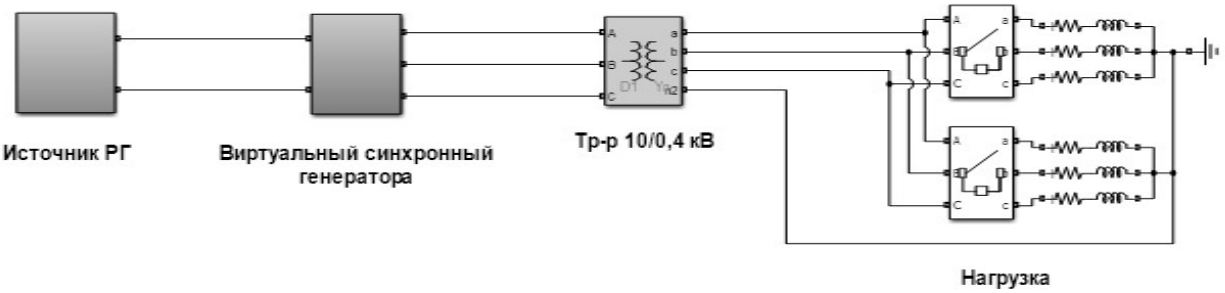


Рис. 1. Имитационная модель СЭС с ВСГ

Для исследования переходных процессов в СЭС было произведено резкое увеличение нагрузки вдва раза: с 20 кВА до 40 кВА. В качестве источника РГ принята солнечная электростанция с системой накопления электроэнергии, номинальное выходное напряжение составляет U_{DC} = 1000 В.

В результате моделирования установлено, что применение ВСГ позволяет значительно снизить амплитуду и скорость изменения частоты сети при возмущении. В системе управления ВСГ также возможна гибкая настройка параметров, что позволяет адаптировать алгоритм к различным режимам работы.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2025-0001).

1. **Аскаров, А.Б.** Система управления силовым преобразователем на основе виртуального синхронного генератора /А.Б. Аскаров, С. А. Литвинов, А. А. Суворов, Ю. Д. Бай // Информационные технологии в электротехнике и электроэнергетике : материалы XIII всероссийской научно-технической конференции, Чебоксары, 03 июня 2022 года. – Чебоксары: Чувашский государственный университет имени И.Н. Ульянова, 2022. – С. 7-8.

УДК 621.3

СИМАНОВ А.С., ЛОСКУТОВ А.А.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТОВ ОТ ВНЕДРЕНИЯ ФИЛЬТРОКОМПЕНСИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Несинусоидальность напряжения оказывает влияние на все виды электроприемников. Это вызвано, в первую очередь, дополнительным нагревом электроустановок от высших гармоник. Высшие гармоники напряжения и тока неблагоприятно влияют на электрооборудование, системы автоматики, релейной защиты, телемеханики и связи, создавая дополнительные потери в электрических машинах, трансформаторах и сетях, ухудшая условия работы конденсаторных батарей, сокращая срок службы изоляции электрических машин и электронных аппаратов, повышая аварийность в системах электроснабжения. [1].

Проблемы гармонических возмущений в энергосистемах могут быть решены с помощью пассивного и активного способа фильтрации, причем пассивная является простейшим традиционным решением для подавления гармонических токов и уменьшения искажений напряжения. Активные фильтры гармоник представляют собой следующее поколение техноло-

гий подавления гармоник. В отличие от пассивных, которые могут отфильтровывать только определенные гармонические частоты, активные динамически адаптируются к изменяющимся условиям нагрузки, обеспечивая компенсацию гармонических искажений в реальном времени.

Активные гармонические фильтры управляются системой с обратной связью в реальном времени, которая постоянно отслеживает состояние электросети. Активный гармонический фильтр сначала измеряет силу тока и напряжение в точке подключения к сети. Эти данные важны для определения гармонического состава и коэффициента мощности нагрузки. Фильтр анализирует данные, чтобы определить конкретные гармонические частоты, присутствующие в системе. После определения гармоник активный гармонический фильтр генерирует встречные гармонические токи, которые находятся в противофазе с вредными гармониками. Эти встречные токи эффективно устраняют нежелательные искажения, восстанавливая синусоидальную форму сигнала.

В качестве объекта исследования выбрано промышленное предприятие, недостатком которого является присутствие вредоносных гармоник. На базе данных инструментальных измерений и технической документации сформирована модель предприятия в ПК MATLAB Simulink.

В ходе проведенных исследований активный фильтр гармоник оказался предпочтительнее пассивного. Активные гармонические фильтры наиболее точно удаляют гармоники. Благодаря такой точности качество электроэнергии остается неизменно высоким. Кроме того, фильтры помогают улучшить коэффициент мощности, что снижает нагрузку на систему электроснабжения, приводя к экономии энергии и снижению затрат. Активные гармонические фильтры, устраняя гармоники и искажения напряжения, продлевают срок службы чувствительного оборудования, снижая затраты на техническое обслуживание.

В результате работы проанализировано воздействие существующего гармонического состаава на различные типы электроприемников, работающих на производстве и сформированы рекомендации по внедрению фильтров гармоник в систему электроснабжения. Проведён сравнительный анализ методов борьбы с высшими гармониками.

1. Карташев, И.И. Управление качеством электроэнергии: учебное пособие / И.И. Карташев, В.Н. Тульский, Р.Г. Шамонов и др.; под ред. Ю.В. Шарова. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Издательский дом МЭИ, 2017 – 272 с.

УДК 621.316.925.21

СТАРШОВ И.С., КУЛИКОВ А.Л.

МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИЕ ЗАЩИТЫ КАБЕЛЬНОЙ СЕТИ 10 КВ ОТ ОДНОФАЗНЫХ ЗАМЫКАНИЙ НА ЗЕМЛЮ

Нижегородский государственный техническийуниверситет им. Р.Е. Алексеева

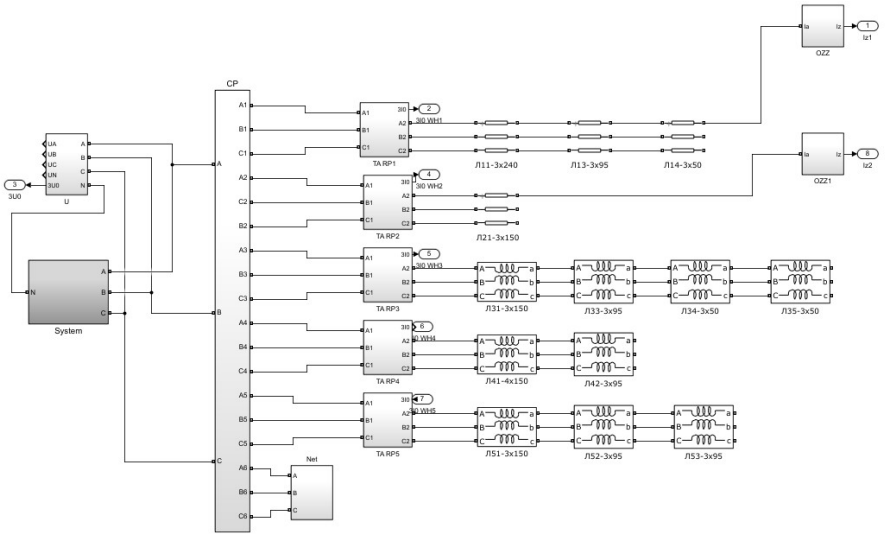
Применяемые в настоящее время устройства релейной защиты распределительных электрических сетей от однофазных замыканий на землю (ОЗЗ) характеризуются рядом недостатков, включая ограничения по области применения, недостаточную чувствительность и селективность в условиях возникновения дуговых перемежающихся однофазных замыканий на землю [1,4].

Внедрение многопараметрического подхода, основанного на одновременном использовании нескольких диагностических показателей, позволит улучшить основные ха-

рактеристики защиты. Следует учитывать, что некоторые из этих показателей обладают более высокой степенью информативности для идентификации режимов функционирования распределительной сети. Указанное обстоятельство должно быть отражено в алгоритмах и логике работы системы защиты.

Предлагается использование имитационного моделирования для анализа сложных переходных процессов, возникающих в кабельной сети напряжением 10 кВ вследствие различных типов однофазных замыканий на землю. Полученные результаты должны быть систематизированы и подвергнуты анализу с целью идентификации всех возможных режимов функционирования системы.

Рассматривается система с изолированной нейтралью, включающая пять радиальных распределительных линий, отходящих от одной из секций шин. Для проведения экспериментов выбрана сеть с номинальным напряжением 10 кВ, которая применяется при тестировании микропроцессорных устройств релейной защиты[3]. Имитационная модель эквивалентированной кабельной сети в программном комплексе Matlab представлена на рис. 1.



И

Рис. 1. Имитационная модель эквивалентированной кабельной сети в программном комплексе *Matlab*.

В докладе приводится оценка информационных параметров ОЗЗ порезультатам имитационного моделирования всех возможных режимов. Представлены упрощённые структурно-функциональные схемы пусковых органов для различных параметров.

Библиографический список

1. Шуин, В.А., Гусенков А.В. Защиты от замыканий на землю в электрических сетях 6–10 кВ. – М.: НТФ «Энергопрогресс», 2001. 104 с.
2. Куликов, А.Л., Мисриханов М.Ш. Введение в методы цифровой релейной защиты высоковольтных ЛЭП. Учеб. пособие. – М.: Энергоатомиздат, 2007. –198 с.
3. СТО 56947007- 29.120.70.241-2017 «Технические требования к микропроцессорным устройствам РЗА» [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://www.rosseti.ru/upload/iblock/bc9/wgavy1h2g4grcll6x2rmxfltcjatlcfk.pdf (дата обращения 28.12.2024г)
4. Воробьева, Е.А. Способ повышения эффективности функционирования адмитансной защиты от замыканий на землю в кабельных сетях 6–10 кВ с изолированной нейтралью / Воробьева Е.А., Добрягина О.А., Шадрикова Т.Ю. // Вестник ИГЭУ. №4. С.58-68.

УДК 620.98

СУХОТНИК Д.В., ШАЛУХО А.В.

ВОПРОСЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ ОБЪЕКТОВ КРИТИЧЕСКИ ВАЖНОЙ ИНФРАСТРУКТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Объекты критической инфраструктуры представляют собой совокупность систем, выход из строя которых может привести к губительным последствиям для экономики и населения страны [1]. Классификацию таких объектов можно представить следующим образом: I категория - критические объекты общегосударственного значения, которые имеют значительное влияние на другую инфраструктуру; II категория - жизненно важные объекты, выход из строя которых приведёт к кризису регионального значения; III категория - важные объекты; IV категория - необходимые объекты; V категория - некритичные объекты.

Определены основные требования, которые предъявляются к электроснабжению объектов критически важной инфраструктуры – непрерывный мониторинг, обеспечение автономной работы, отказоустойчивость. С учетом требований выделены основные подходы к электроснабжению, которые заключаются в дублировании систем электроснабжения, высоком уровне автоматизации и информатизации, использовании собственных локальных источников энергии. Относительно локальных источников энергии, следует отметить, что в современных условиях к ним существенно возросли требования. Кроме высокой эффективности и надежности функционирования важными являются: высокая плотность энергии, компактность, длительность автономной работы, высокая маневренность, экологичность. В зависимости от типа и требований конкретных объектов состав, техническая реализация и параметры источников электропитания могут изменяться.

В качестве перспективных локальных источников питания можно рассмотреть топливные элементы. Они соответствуют большинству требований к локальным источникам для объектов критической инфраструктуры. По сравнению с другими типами энергоустановок топливные элементы характеризуются: высокой эффективностью, низким шумом при работе, отсутствием выбросов, относительно низкой рабочей температурой. Топливные элементы становятся все более востребованными для электропитания объектов телекоммуникации, перспективных видов специальной техники и др.

Также одними из общих требований электроснабжения объектов критической инфраструктуры являются непрерывный мониторинг и поддержка автономной работы. Перспективным решением данной задачи может быть выполнено с развитием мультиагентных систем управления (МАС).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

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2025-0002)

1.**Шалухо, А.В.** Накопители электроэнергии и перспективные источники питания для объектов критической инфраструктуры // Вопросы всестороннего обеспечения выполнения служебно-боевых задач войск национальной гвардии в условиях современных вызовов: Сборник научных статей научно-практической конференции, Саратов, 2024.

УДК 621.311.26+621.352.6

ФИЛИППОВ М.Р., ЛИПУЖИН И.А.

АНАЛИЗ ТОПОЛОГИЙ СТАЦИОНАРНЫХ ГИБРИДНЫХ ЭНЕРГОУСТАНОВОК НА ОСНОВЕ ТОПЛИВНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И АККУМУЛЯТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водородные топливные элементы (ТЭ) являются перспективным источником энергии на транспорте и в стационарных энергоустановках. Для повышения эффективности ТЭ используются совместно с накопителями энергии, формируя гибридную энергоустановку. На рис. 1 показаны возможные топологии гибридных энергоустановок на основе ТЭ и аккумуляторов для питания стационарных потребителей переменного тока.

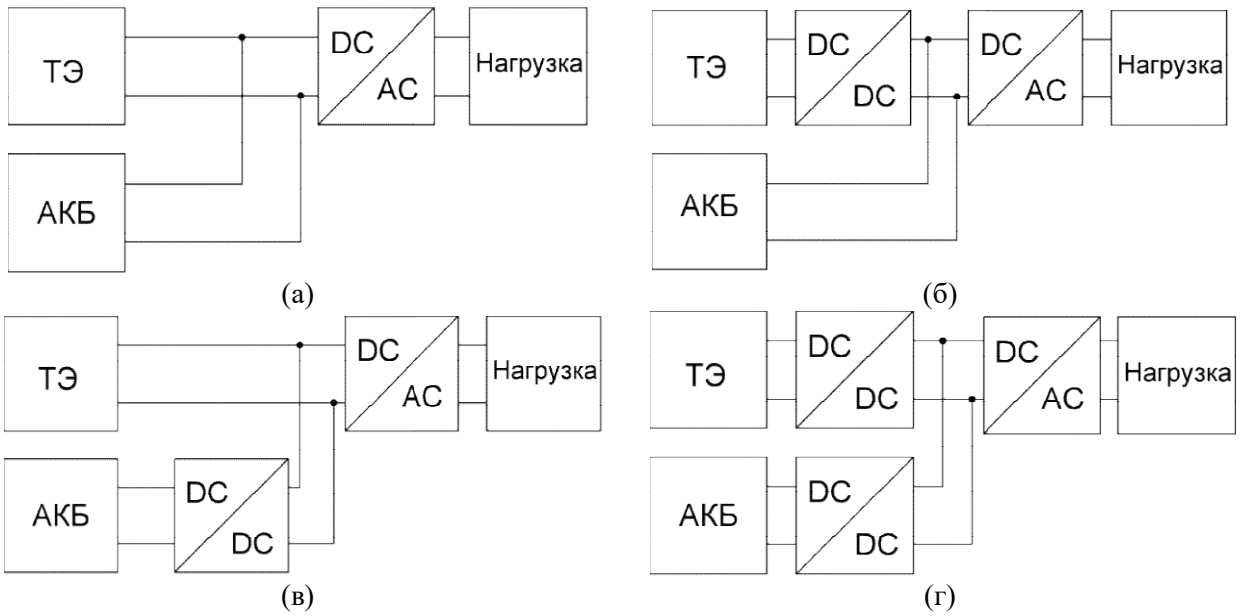


Рис. 1. Топологии гибридных энергоустановок с ТЭ и аккумуляторами:
а) пассивная; *б)* активная со стороны ТЭ; *в)* активная со стороны АКБ; *г)* полностью активная

Пассивная топология (рис. 1, *а*) является самой простой и, как следствие, самой дешевой. ТЭ и аккумуляторы объединяются на стороне постоянного тока без использования промежуточных преобразователей. Номинальные напряжения блока ТЭ и аккумуляторного блока (АКБ) должны быть одинаковыми, чтобы избежать перезаряда батареи.

Активные топологии позволяют распределять мощность путем регулирования тока и напряжения с помощью преобразователей постоянного тока(DC/DC), но при этом требуют более сложной системы управления. Проблема активной топологии со стороны ТЭ (рис. 1, *б*) заключается в неизбежных явлениях перезаряда и чрезмерной разрядки аккумулятора, т.к. процесс заряда/разряда практически не контролируется и существенно зависит от нагрузки.В активной топологии со стороны АКБ (рис. 1, *в*) используется двунаправленный DC/DC преобразователь для управления токами заряда/разряда аккумулятора. Полностью активная топология (рис. 1, *г*) является самой сложной и дорогой, но при этом она обеспечивает большую гибкость при управлении потоками энергии между ТЭ и АКБ.

Исследование выполнено в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема №FSWE-2025-0001).

N.P. Bayendang, M.T. Kahn, V. Balyan. Power converters and EMS for fuel cells CCHP applications: A structural and extended review // ASTESJ. 2024. Vol. 6. No. 3. P. 54-83.
УДК 621.311.1

ЭРДИЛИ Н.И., ШАЛУХО А.В., СОСНИНА Е.Н.

ПОДХОД К МОДЕЛИРОВАНИЮ ВИРТУАЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ МЕГАПОЛИСА С ИСТОЧНИКАМИ РАСПРЕДЕЛЕННОЙ ГЕНЕРАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа посвящена решению проблем электроснабжения мегаполисов и пригородных районов, связанных с высокой загрузкой электрических сетей, потерями электрической энергии, низкой надежностью и загрязнением окружающей среды. В качестве решения рассматривается применение технологий виртуальных электростанций (ВиЭС), позволяющих объединять источники распределенной генерации (мини-ТЭЦ, ВИЭ), накопители электроэнергии, активных (регулируемых) потребителей электроэнергии в единую систему с помощью информационных связей и интеллектуального управления. Внедрение ВиЭС в системы электроснабжения мегаполиса позволит более эффективно задействовать потенциал распределенной генерации, разгрузить электрические сети, снизить стоимость электроэнергии, улучшить экологическую составляющую.

В работе рассматривается ВиЭС, объединяющая две децентрализованные системы электроснабжения (ДЭС) района мегаполиса с собственными источниками и накопителями электроэнергии, имеющие связь с централизованной электрической сетью. Для координации и эффективного управления распределенными электроэнергетическими объектами предложено использовать технологии мультиагентных систем (МАС). МАС управления представляют собой совокупность интеллектуальных агентов (программ), взаимодействующих между собой с целью достижения своих приоритетов. Для обеспечения экологической составляющей исследуется возможность учета в работе МАС дополнительного критерия – рейтинга экологичности R, определяемого для каждого типа энергоустановки в соответствии с разработанной авторами методикой [1].

Для рассматриваемых ДЭС сформированы графики электрических нагрузок основных потребителей (логистический центр, жилая застройка) и графики генерации энергоустановок (фотоэлектрические панели, установленные на крыше логистического центра, мини-ТЭЦ). Введен перечень агентов и разработаны алгоритмы их работы, учитывающие значение R.

Будущее исследование заключается в выборе программного обеспечения и отработке алгоритмов с помощью имитационного компьютерного моделирования. Целью моделирования является обоснование возможности максимального использования потенциала более экологичных источников электроэнергии.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 24-29-00872).

1. Sosnina, E., Shalukho, A., Erdili, N. (2024). Multi-Agent Control of a Virtual Power Plant in the Context of the Environmental Rating. In: Radionov, A.A., Gasiyarov, V.R. (eds) Advances in Automation V. RusAutoCon 2023. Lecture Notes in Electrical Engineering, vol 1130. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-51127-1_6

Подсекция 2.3

Преобразователи параметров электрической энергии

УДК 621.3

ДОЛБУНОВА Е.А., АЛЕКСАНДРОВА Е.Н.

ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРЕВАТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЕЧЕЙ СОПРОТИВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В статье рассмотрено влияние имитационного моделирования на выбор материалов нагреваемых устройств, выбор системы управления, а также оценка расхода электроэнергии. Приводятся примеры использования имитационных моделей для выбора элементов конструкции и расчёта мощности системы электроснабжения ЭТУ на примере электрических печей сопротивления. При расчете нагревателей электрических печей сопротивления конструктор должен выбрать тип нагревателей и материал для их изготовления, определить их размеры – сечение и длину – и разместить нагреватели внутри печи. Для решения этих задач следует учитывать, что:

- мощность, выделяющаяся в нагревательных элементах, должна быть равна расчетной мощности печи;
- вся забираемая электрической печью из сети мощность выделяется в ее нагревательных элементах в виде тепла и при установившемся тепловом режиме должна быть передана нагреваемым изделиям и кладке печи;
- нагреватели должны быть размещены внутри рабочего пространства печи (только на боковых стенках, только в поду и на своде или на всех стенках камеры). Это требование также накладывает условия на размеры (особенно длину) и конструкцию нагревательных элементов.

В настоящее время используются программные обеспечения (далее ПО), облегчающие проектирование ЭТУ. Для построения моделей является актуальным использование ПО MatLab.

Одним из способов автоматического регулирования печи сопротивления является двухпозиционное регулирование. Построение модели этого процесса позволяет увидеть влияние зоны нечувствительности реле на точность регулирования и ресурс исполнительного устройства.

Таким образом, имитационное моделирование на этапе проектирования позволяет: выбрать материал на основании перебора коэффициента теплопотерь; выбрать мощность нагревателя при желаемой производительности; определить точность двухпозиционного регулирования температуры; оценить ресурс безотказной работы исполнительного устройства – коммутатора; уточнить производительность плавильной печи периодического действия; рассчитать баланс энергии, потребляемой печью за цикл плавления и перегрева.

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. Электрические промышленные печи. Учебник для вузов. В 2-х ч. Ч. 1. А. Д. Свенчанский. Электрические печи сопротивления. Изд. 2-е, перераб. М., «Энергия», 1975.

3. Электротермические установки: Учебное пособие / Б.А. Сокунов, Л.С. Гробова. Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2004. 122 с.
4. Богданов, С.П. Расчет печей сопротивления: методические указания / С.П.Богданов – СПб.: СПбГТИ(ТУ), 2006.- 36 с.

УДК 621.3

МОТОРНЫЙ А.И., КРАЛИН А.А., АЛЕКСАНДРОВА Е.Н.

УСТАНОВКА ВЫСОКОИНТЕНСИВНОГО НАГРЕВА МОЩНОСТЬЮ 60 КВТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В статье приведены результаты разработки силовой части, алгоритма и системы управления установки высокоинтенсивного нагрева мощностью 60 кВт, функциональная схема высоковольтного источника инверторного типа с импульсным трансформатором, работающим на повышенной частоте.

В этих устройствах целесообразно использовать транзисторный преобразователь. Источники такого типа выполняются по схеме с промежуточным преобразованием частоты, в них используются малогабаритные импульсные трансформаторы с ферритовыми сердечниками, работающие на частотах 10-100 кГц.Регулирование тока и напряжения в таких источниках осуществляется на стороне низкого напряжения посредством изменения длительности и частоты следования импульсов управления силовым инвертором. Подобные источники часто строятся по импульсно-резонансной схеме, что позволяет снизить пульсации выходного напряжения и повысить КПД схемы.

Разработка системы управления включает в себя следующие этапы:

–Анализ требований. Определение типа установки (плазменная, индукционная, лазерная) и ее основных характеристик (мощность, частота, тип нагреваемого материала). Выявление специфических требований к системе управления (точность регулирования температуры, скорость реакции, безопасность). Формирование технического задания на разработку системы.

–Проектирование системы. Выбор аппаратных компонентов (контроллеры, датчики, исполнительные механизмы). Разработка алгоритмов управления процессом нагрева (PID-регуляторы, адаптивное управление, прогнозирующее управление). Создание пользовательского интерфейса для удобного взаимодействия с системой.

–Разработка программного обеспечения. Разработка программного кода для управления контроллером, обработки данных с датчиков, реализации алгоритмов управления. Тестирование программного обеспечения на соответствие требованиям технического задания. Установка и подключение аппаратных компонентов к установке. Настройка системы управления в соответствии с требованиями заказчика. Проведение испытаний системы в реальных условиях.

Таким образом, разработана принципиальная схема управления.Написаны алгоритмы системы управления, спроектирована силовая часть установки. Выбран ПЛК на основе которого построена вся схема управления установкой высокоинтенсивного нагрева.

Библиографический список

1. Щербаков, А. В. Технология обработки материалов. Оборудование электронно-лучевых комплексов : учебное пособие для академического бакалавриата / А. В. Щербаков, Р. В. Родякина, В. В. Новокрещенов, В. Н. Ластовиря. — 2-е изд., испр. и доп., 2018. — 208 с.

2. Борисов, П.А. Расчет и моделирование выпрямителей. Учебное пособие по курсу “Элементы систем автоматики” (Часть I) / П.А. Борисов, В.С Томасов. – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2009 – 169 с.
3. Заварыкин, Б. С. Электротехника и электроника в электромеханических системах горного производства: учеб. пособие / Б. С. Заварыкин, О. А. Кручек, Т. А. Сайгина, И. А. Герасимов. – Красноярск :Сиб. федер. ун-т, 2014. – 304 с.

УДК 621.314.2

МУРАШОВ А.Д., ТРОФИМОВ И.М.

ОБЗОР РЕЗОНАНСНЫХ ЦЕПЕЙ В УСТАНОВКАХ ИНДУКЦИОННОГО НАГРЕВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня установки индукционного нагрева получили широкое распространение в различных областях промышленности, однако универсальной топологии для построения источников питания подобного типа не существует. Современные преобразователи, как правило, базируются на высокочастотных инверторах напряжения или тока, обеспечивающих реализацию мягкой коммутации силовых ключей. Обеспечение режимов коммутации при нулевом токе (*ZCS*) и нулевом напряжении (*ZVS*) достигается за счет корректного выбора системы управления (СУ) и топологии выходного резонансного контура.

Наиболее распространенными резонансными топологиями являются последовательный и параллельный резонансные контуры. Их широкое применение обусловлено относительной простотой расчета параметров реактивных элементов. Регулировка выходной мощности в указанных случаях может быть реализовано путем: широтно-импульсной модуляции (ШИМ), частотно-импульсной модуляции (ЧИМ), частотно-широтно-импульсной модуляции (ЧШИМ) и амплитудной модуляции (АМ).

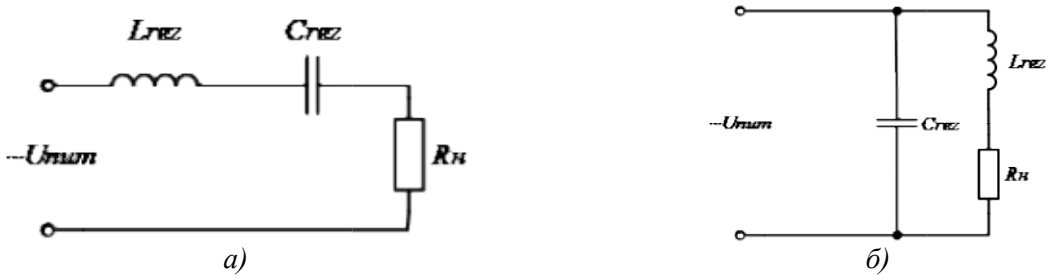


Рис. 1. Принципиальная схема: *а)* последовательного резонансного контура *б)* параллельного резонансного контура

Однако не все методы управления обеспечивают реализацию мягкой коммутации силовых ключей при изменении выходной мощности преобразователя. Это связано либо со смещением рабочей частоты относительно резонансной частоты контура при использовании частотно-импульсной модуляции (ЧИМ), либо с осуществлением переключений ключей при ненулевых значениях тока или напряжения в случае широтно-импульсной модуляции (ШИМ). Амплитудная модуляция, хотя и позволяет функционировать на резонансной частоте, требует применения дополнительного преобразователя для регулирования напряжения питания основного инвертора, что потенциально может привести к увеличению энергетических потерь в установке. Частотно-широтно-импульсная модуляция позволяет обеспечить мягкую коммутацию во всем диапазоне регулировки выходной мощности, но её построение значительно трудоемкий процесс по сравнению с другими способами регулировки выходной мощности.

Следует отметить, что при использовании последовательного резонансного контура реактивный ток протекает через силовые ключи инвертора. Напротив, в случае параллельного резонанса реактивный ток циркулирует преимущественно внутри самого резонансного контура. Таким образом, применение параллельного резонанса позволяет либо снизить ток, проходящий через транзисторы, либо увеличить выходную мощность преобразователя.

В заключение стоит отметить, что современные технологии индукционного нагрева находятся на этапе активного развития. Несмотря на широкое распространение последовательных и параллельных резонансных контуров, поиск универсальной топологии, обеспечивающей высокую эффективность и надежность в любых режимах работы, остается актуальной задачей.

Работа выполнена в рамках государственного задания на оказание государственных услуг (тема №FSWE-2025-0002)

Библиографический список

1. Дон Л. Лавлесс, Рэй Л. Кук, доктор Валерий И. Руднев «Характеристики и параметры источников питания для эффективного индукционного нагрева» / Дон Л. Лавлесс, Рэй Л. Кук, доктор Валерий И. Руднев // Силовая Электроника. — 2007. — № 1. — С. 94 – 98.

2. Дон Л. Лавлесс, Рэй Л. Кук, доктор Валерий И. Руднев «Согласование с нагрузкой в современных системах индукционного нагрева» / Дон Л. Лавлесс, Рэй Л. Кук, доктор Валерий И. Руднев // Силовая Электроника. — 2007. — № 2. — С. 88 – 92

УДК 621.313.33

ДЕМАШОВ А.С., ПЛАКСИН Е.А., ПАНКОВА Н.Г.

ИННОВАЦИОННЫЕ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ С ПЕЧАТНОЙ ПЛАТОЙ В РОЛИ СТАТОРА: ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электродвигатели с печатной платой, выполняющей функции статора, представляют собой новаторское направление в области электромеханики. Такие двигатели используют печатные платы (PCB) для создания статорных обмоток, что позволяет значительно уменьшить габариты и вес устройств, а также упростить процесс производства [1].

Основными преимуществами двигателей с PCB-статорами является возможность создания высокоинтегрированных систем и повышение эффективности. Снижение габаритов и массы двигателя критично для портативных устройств, а точность изготовления и миниатюризация обмоток снижает сопротивление и повышает КПД. Это особенно важно для приложений, где ограничены размеры и вес, таких как дроны, робототехника [2], или портативные устройства.

Процесс изготовления таких двигателей включает использование современных технологий печати и лазерной обработки для создания точных и надежных обмоток. Например, толщина медного слоя может составлять всего 35 микрометров, что обеспечивает высокую точность и минимизирует вес. В некоторых случаях используются многослойные PCB с толщиной до 1,6 мм, что позволяет создавать компактные и мощные двигатели [3].

Также важным аспектом является тепловой менеджмент, так как высокая плотность обмоток может привести к перегреву. Для решения этой проблемы применяются специальные теплопроводящие материалы и системы охлаждения, которые позволяют поддерживать оптимальную рабочую температуру. Например, в некоторых моделях используются теплоотводы из алюминиевого нитрида, что позволяет снизить температуру на 20-30% [4].

Электродвигатели с печатной платой в роли статора открывают новые возможности для создания компактных и эффективных устройств. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области направлены на улучшение характеристик двигателей и расширение их применения в различных отраслях, от робототехники до авиации [4].

Библиографический список

1. Lorenz R. D. PCB-Based Stator Design for Electric Motors / R. D. Lorenz, L. Chang // IEEE Transactions on Industry Applications. - 2012. - Vol. 48, No 5. - P. 1234-1245.
2. Kim J. High-Density PCB Stator for Miniature Electric Motors / J. Kim, S. Lee // Journal of Electrical Engineering & Technology. - 2018. - Vol. 13, No 3. - P. 567-575.
3. Smith K**.** Advanced Manufacturing Techniques for PCB-Based Electric Motors / K. Smith, D. Brown // Journal of Power Electronics. - 2015. - Vol. 15, No 2. - P. 234-245.
4. Johnson M. Thermal Management in PCB-Stator Electric Motors / M. Johnson, R. Davis // IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology. - 2017. - Vol. 7, No 4. - P. 678-689.

УДК 621.314.58

САВЧУК В.С., ПЛЕХОВ А.С.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ДУГИ ПРИ ЭЛЕКТРОСВАРКЕ ТРУБ ВЫСОКОГО ДАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Электросварка в целом и труб в частности – это один из наиболее распространенных методов соединения металлических труб, который используется при строительстве магистральных трубопроводов, газопроводов, нефтепроводов и других объектов трубопроводного транспорта. Электросварка труб высокого давления имеет особенности, связанные с необходимостью обеспечения высокой прочности и герметичности сварного шва при работе с агрессивными средами и высокими давлениями, а, следовательно, с высокими требованиями к качеству.

Одной из ключевых операций при электросварке труб является грамотное формирование электрической дуги, которая в свою очередь обеспечивает и поддерживает тепловой режим для плавления металла в четко заданных диапазонах параметров, что и позволяет создавать сварной шов высокого качества. В процессе работы электросварочного аппарата оператору требуется удерживать стержень электрода на определенном расстоянии от сварочной поверхности для поддержания стабильной дуги [1]. Этот процесс требует определенных навыков и опыта, а также может быть утомителен для оператора, поэтому возникает необходимость в подстройке параметров работы электрической цепи сварочного аппарата с минимальными временными задержками [2], что в свою очередь требует модернизации источника питания и подающего приводного блока.

Целью данной работы является разработка и исследование системы автоматизации формирования электрической дуги при электросварке труб высокого давления. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи: изучение существующих методов и технологий автоматизации электросварочных процессов; разработка концепции системы автоматизации формирования электрической дуги при электросварке труб высокого давления; реализация и испытание прототипа системы автоматизации, в имитационных и моделирующих условиях, апробация ключевых параметров на действующем предприятии [3].

Автоматизация формирования электрической дуги при электросварке труб высокого давления является актуальной задачей, которая может быть решена с помощью современных методов и технологий. Разработка и внедрение системы автоматизации позволит улучшить

процесс электросварки труб, снизить вероятность ошибок и повысить качество сварного шва. Дальнейшее развитие данной технологии может привести к улучшению условий труда операторов и повышению производительности в области сварочного производства. Ожидается, что разработанная система, помимо вышеописанного, позволит повысить эффективность и качество сварочных работ, уменьшить трудозатраты, а также обеспечить стабильность процесса сварки при работе с различными материалами и в разнообразных условиях.

Библиографический список

1. Завьялов, В. Е. Технология сварки плавлением / В.Е. Завьялов, И.В. Иванова, Н.Г. Кобецкой. СПб.: Политехн. Ун-та, 2018. – 484 с.
2. Савчук, В. С. Адаптация параметров сварочного трансформатора с учетом выходных характеристик дуги / Савчук В. С., Плехов А. С. // Вестник МГТУ. 2024. Т. 27, № 4. С. 568-576.
3. Решанов, В.А. Практика разработки технологии сварки плавлением при изготовлении, монтаже, ремонте и реконструкции крупногабаритных стальных конструкций/ В. А. Решанов. СПб.: Любавич, 2018. – 204 с.

УДК 62-83:621.3.072.2

УЛЬЯНОВ Д.А.[1], СМИРНОВ А.Ю.[1,2]

ЧЕТЫРЕХФАЗНЫЙ ТРЕХУРОВНЕВЫЙ ОДНОПОЛЯРНЫЙ ИНВЕРТОР НАПРЯЖЕНИЯ ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ ШАГОВЫМ ДВИГАТЕЛЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева [1]
Опытное конструкторское бюро машиностроения им. И.И. Африкантова[2]

Схемотехника рассматриваемого инвертора напряжения представлена на рис. 1.

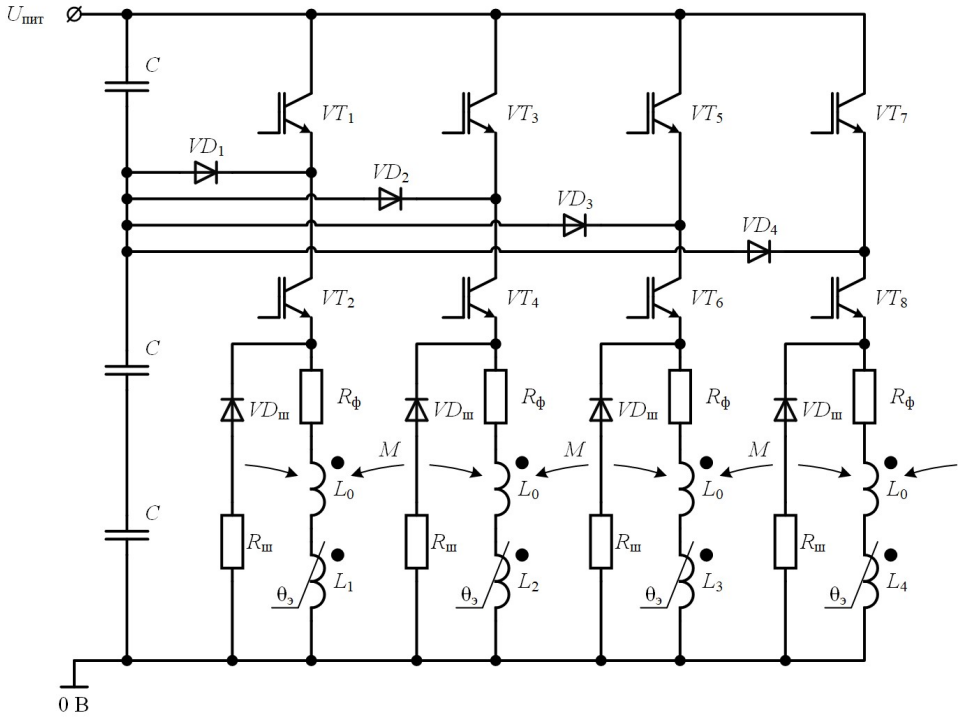


Рис. 1. Принципиальная электрическая схема четырехфазного трехуровневого однополярного инвертора напряжения

Она способна формировать три уровня напряжения: номинальное напряжение ($+U_{пит}$), напряжение в соотношении 2/3 по отношению к номинальному ($+0{,}667U_{пит}$) и ноль. Деление напряжения реализуется за счёт последовательной цепи из трёх конденсаторов одинаковой ёмкости на входе инвертора.

Контура протекания тока нагрузки рассмотрим на примере первой фазы. При подаче импульсов управления на транзисторы VT_1 и VT_2 к обмотке первой фазы двигателя подключается полное напряжение питания и начинает протекать ток по контуру ($+U_{пит} – VT_1 – VT_2 – R_ф – L_0 – L_1$ – нулевая точка). За счёт магнитной связи между первой и второй, четвертой фазой в них возникает ток, который замыкается в обмотках через шунтирующие диоды ($R_ф – L_0 – L_2$ или $L_3 – R_ш – VD_ш$). При снятии импульса управления с транзистора VT_1 и удержании транзистора VT_2 в открытом состоянии подводимое напряжение к обмотке первой фазы двигателя упадёт до $+0{,}667U_{пит}$, при этом ток первой фазы будет постепенно уменьшаться от $\frac{U_{пит}}{R_ф}$ до $\frac{0{,}667 \cdot U_{пит}}{R_ф}$ за счёт ЭДС самоиндукции. При снятии импульса управления с транзистора VT_2 напряжение на обмотке первой фазы становится отрицательным из-за явления самоиндукции. При этом ток спадает от значения $\frac{0{,}667 \cdot U_{пит}}{R_ф}$ до нуля через шунтирующий диод и дополнительное шунтирующее сопротивление, необходимое для ускоренного спадания тока [1].

Нелинейная индуктивность, представляющая ЭДС вращения, также участвует в формировании входного тока: при положительной скорости вращения и положительном электромагнитном моменте ЭДС вращения направлена навстречу току и препятствует его нарастанию, при положительной скорости вращения и отрицательном электромагнитном моменте ЭДС вращения сонаправлена с током и способствует его протеканию. В установившемся режиме ЭДС вращения не влияет на ток в фазе, так как не происходит изменения угла [2].

Таким образом, описана предлагаемая схемотехника инвертора напряжения, которая позволяет реализовать режим поворота шагового двигателя с полным шагом, деленным на четыре (если полный шаг – 15˚, то микрошаг – 3,75˚).

Библиографический список

1. Смирнов, А.Ю. Синхронные машины. Проектирование индукторных двигателей для шагового привода: учеб. пособие / Смирнов А.Ю., Ульянов Д.А. – Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. – 106 с.
2. Зиновьев, Г.С. Основы силовой электроники: Учебник / Г.С. Зиновьев. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 1999. Ч.1. – 199 с.

УДК 621.3

УТКИН Е.А., КРАЛИН А.А.

ТРАНЗИСТОРНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ С АКТИВНОЙ КОРРЕКЦИЕЙ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире полупроводниковая техника играет значительную роль в различных отраслях промышленности и электроэнергетике. Одним из ключевых элементов полупроводниковой техники являются транзисторные преобразователи, которые активно используются для регулирования и управления электрическими параметрами. В данной статье рассматриваются общие сведения о коррекции коэффициента мощности в транзисторных преобразователях с активной нагрузкой. Также приводятся сравнительные характеристики раз-

личных способов коррекции с помощью моделей в программном обеспечении (далее ПО) *MatlabSimulink* [1]. На основе результатов моделирования выбран наилучший метод коррекции для создания экспериментального макета в будущем.

Повышающие преобразователи выполняются на базе обратноходовых ШИП постоянного тока [2]. Представлены принципиальная электрическая схема силовой части обратноходового ШИП, а также система управления однофазным транзисторным преобразователем с активной коррекцией коэффициента мощности.

Пульсации тока, возникающие в процессе работы преобразователей, могут вызывать значительные гармонические искажения, приводящие к ухудшению качества электроэнергии и снижению эффективности работы системы в целом. Для решения этой проблемы применяются различные методы активной коррекции коэффициента мощности, которые позволяют не только снизить уровень пульсаций, но и обеспечить более стабильную и эффективную работу преобразователей.

В качестве методов управления в данной статье рассмотрены ассинхронный метод «токового коридора» и синхронный метод управления по пиковому току.

Рассмотрены основные принципы управления однофазным транзисторным преобразователем с активной коррекцией коэффициента мощности, проанализированы графики тока сети и рассчитаны коэффициенты мощности. На основе этих данных модно сделать вывод, что наиболее предпочтительным является метод с асинхронным управлением по типу «токового коридора». Благодаря ему ток сети становится приближённым к синусоидальному виду и практически не создаёт искажений. Также стоит отметить, что для системы управления с данным методом не требуется генератор импульсов.

Библиографический список

1. https://www.mathworks.com–ПО «Matlab».
2. Ваняев, В.В. Преобразовательная техника: учебное пособие / В.В. Ваняев. – Нижегородский гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 135 с.
3. https://recom-power.com/en/support/technical-resources/book-of-knowledge.html?0 - Roberts S. M.Sc. B.Sc. AC/DC BOOK OF KNOWLEDGE Practical tips for the User/ AC/DC - КНИГАЗНАНИЙ, практическиесоветыдляпользователя. RECOM Enginnering GmbH & Co.KG. Austria, 2018.
4. Счастный, В.П. Электромагнитная совместимость компенсирующих устройств и преобразователей регулируемого электропривода в электрических сетях промышленных предприятий / Счастный В.П., Жуковский А.И. // Энергетика. Известия высших учебных заведений и энергетических объединений СНГ. 2022;65(1):37-51.

УДК 621.314

УТКИН Е.А., ТИХОНОВ А.П., СОКОЛОВ В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ИМПУЛЬСНОГО ИСТОЧНИКА ТОКА ДЛЯ ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Понижающие широтно-импульсные преобразователи (ШИП) широко применяются в источниках питания электронных устройств и электрофизических установок, используются для управления электродвигателями.

Наиболее часто применяются однофазные понижающие ШИП, выполненные на одном чоппере и имеющие один сглаживающий дроссель. Однофазные ШИП хорошо работают в приложениях с токами до 40 А, но с ростом токов уменьшается эффективность приложений, и возникает проблема с рассеиванием мощности [1].

В мощных электрофизических установках для решения указанных проблем выходом может быть применение многофазного ШИП, который представляет собой несколько параллельно соединенных однофазных понижающих ШИП, работающих на общую нагрузку. Каждая фаза имеет свой сглаживающий дроссель и силовые полупроводниковые приборы. Силовая часть 4-ех фазного преобразователя изображена на рис. 1.

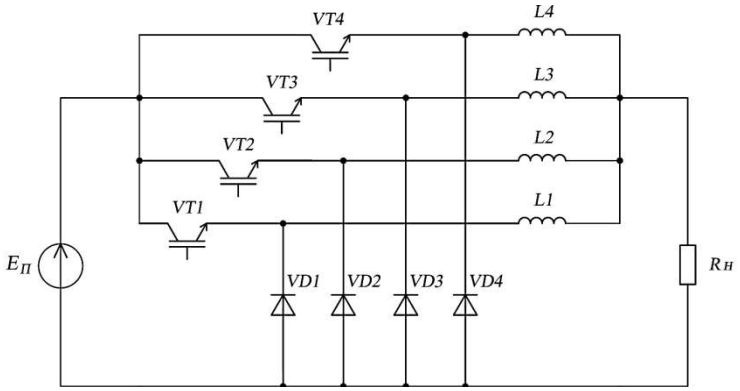


Рис.1. Силовая часть многофазного понижающего ШИП

В данной работе нами было проанализировано несколько вариантов исполнения понижающих ШИП с помощью имитационного моделирования в среде *Matlab*. В результате моделирования были определены наиболее оптимальные варианты преобразователей данного типа для рассматриваемой задачи и составлены их сравнительные характеристики.

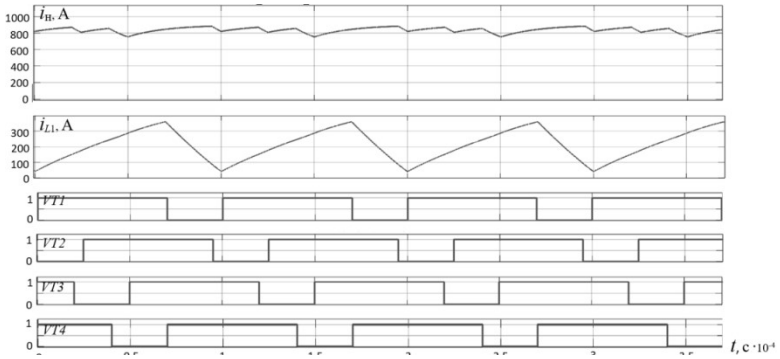


Рис.2. Временные диаграммы работы преобразователя

Библиографический список

1. Деревятников, В.Многофазные преобразователи // Электронные компоненты. – 2018. – №2. – С. 50-53.
2. Мелешин, В.И. Управление транзисторными преобразователями электроэнергии / Мелешин В.И., Овчинников Д.А. – М : Техносфера, 2011. – 576с.

УДК 621

ФЕДОРОВ А.А.,КОКОРИНА В.А., ВАНЯЕВ В.В., СОКОЛОВ В.В.

СИСТЕМА ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПОДВОДНОГО АППАРАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для подводной геологоразведки и мониторинга кроме автономных подводных аппаратов широкое распространение получили телеуправляемые необитаемые подводные аппараты (ТНПА), питание на которые передается по кабель-тросу с надводного корабля. Системы электропитания (СЭП) ТНПА строятся на переменном или постоянном токе.

В докладе приводятся результаты разработки СЭП на постоянном токе [2], функциональная схема которой приведена на рис.1.

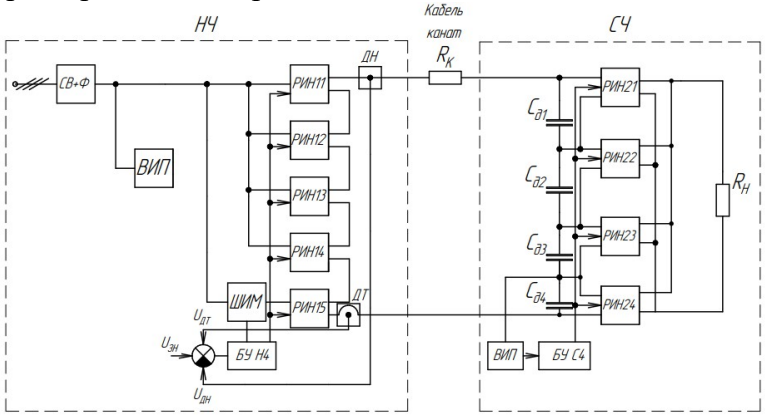


Рис.1. Функциональная схема системы электропитания

Статические преобразователи надводной и подводной части построены на базе транзисторных резонансных инверторов напряжения (РИН) [1]. Реализация мягкой коммутации силовых транзисторных ключей позволила повысить КПД преобразователей до 95 %, что очень важно для подводной части, которая имеет ограниченную поверхность для рассеивания выделяемого тепла. Стабилизация напряжения на выходе подводной части реализуется за счет стабилизации выходного напряжения статического преобразователя надводной части и положительной обратной связи по току, учитывающей падения напряжения как кабель тросе, так и в самом преобразователе подводной части.

На разработанных моделях в ПО MatLab проанализирована работа сетевого выпрямителя, базовых РИН и модуля вольтодобавки статического преобразователя надводной части СЭП при разных сопротивлениях нагрузки. В докладе приводятся результаты моделирования, которые подтвердили работоспособность предложенного технического решения и полученные в результате аналитического расчета энергетические характеристики блоков и узлов системы электропитания.

Библиографический список

1. Ваняев, В.В. Особенности работы источника электропитания на базе последовательного резонансного инвертора / Ваняев В.В., Копелович Е.А., Дарьенков А.Б., Соколов В.В. // Электротехника, 2024,№ 10, С.28-34
2. Ваняев, В.В. Модульная система электропитания глубоководных беспилотных аппаратов / Ваняев В.В., Соколов В.В., Дарьенков А.Б. // Интеллектуальная Электротехника № 1, 2025, С.4-15.

УДК 621.314.1

ШИРШИН К.А.[1], БОБЫЛЕВ И.В.[2], ВИХОРЕВ Н.Н.[1], СЕРОВ А.В.[1]

ВЫСОКОЧАСТОТНЫЙ КВАЗИРЕЗОНАНСНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

[1]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
[2]АО «ФНПЦ «Нижегородский научно-исследовательский институт радиотехники»

Системы питания, напряжением 24 В и частотой 250 кГц, широко используются в различных устройствах. Повышение частоты улучшает массогабаритные параметры преобразователей [1], а также обеспечивает эффективное использование современных магнитных материалов и полупроводниковых ключей.

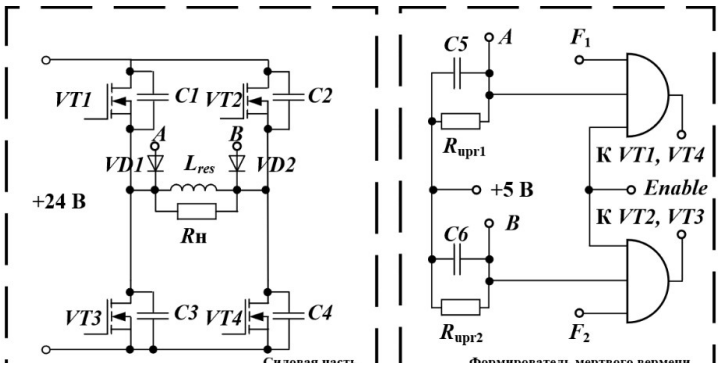


Рис. 1. Функциональная схема преобразователя

Как правило, в высокочастотных преобразователях применяются полупроводниковые ключи на основе *SiC*и *GaN*. Увеличенная частота коммутации транзисторов влечет повышение уровня синфазной помехи, что может приводить к сбоям в системе управления импульсных преобразователей. Конструкция системы питания позволяет выполнить компенсацию синфазной помехи при коммутации силовых ключей.

Источник питания выполнен по схеме моста и работает в квазирезонансном режиме. При увеличении частоты коммутации транзисторных ключей растут динамические потери [1], которые влияют на эффективность преобразования электроэнергии и надежность конвертора. С целью снижения динамических потерь формируется резонансный контур, обеспечивающий «мягкую» коммутацию при нулевом напряжении (*ZVS*) при закрытии и нулевом токе (*ZCS*) при открытии диагонально расположенных ключей. Применяемый алгоритм управления не требует обратных диодов, что уменьшает количество компонентов и улучшает надежность преобразователя, а также удешевляет конструкцию.

Импульсы управления подаются на взаимоинверсные диагонали моста с выдержкой "мертвого" времени для исключения возможности протекания сквозного тока по "стойкам". Также система управления производит автоматическое регулирование длительности "мертвого времени", позволяющее достичь устойчивого переходного процесса при различных параметрах колебательного контура.Для быстрого включения транзисторов при завершении резонансного процесса используется обратная связь по нулю напряжения, реализованная на диодах Шоттки. Также применение диодного нуль-органа VD1-VD2 позволяет упростить конструкцию, исключив необходимость использования датчиков тока и напряжения (рис. 1).

1. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ № 2025615582 Российская Федерация. Определение параметров высокочастотных трансформаторов напряжения с кольцевым сердечником :заявл. 24.12.2024 :опубл. 06.03.2025 / Н. Н. Вихорев, К. А. Ширшин.

УДК 621.314.1

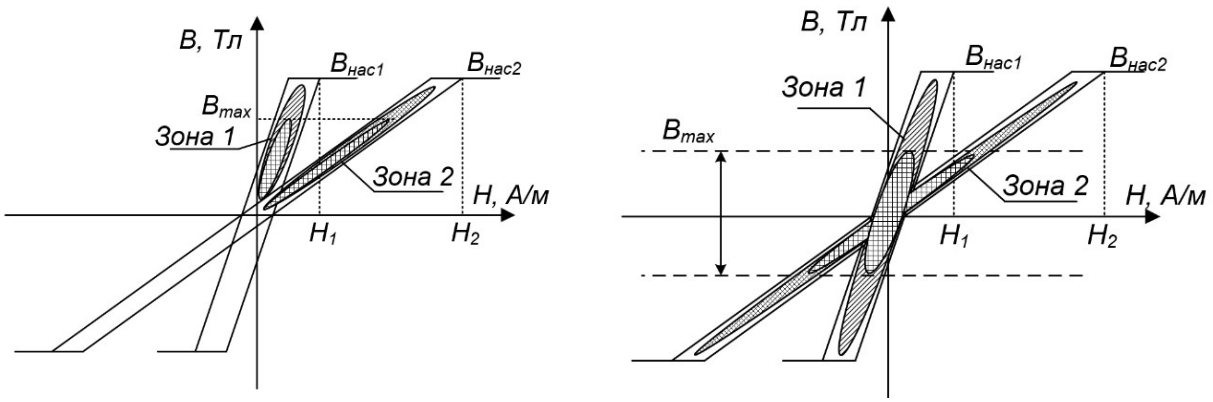
ШИРШИН К.А., ВИХОРЕВ Н.Н., СЕРОВ А.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ КОНСТРУКЦИИ ТРАНСФОРМАТОРОВ ДЛЯ МОДУЛЬНЫХ КВАЗИРЕЗОНАНСНЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Широкий спектр задач по согласования различных величин напряжений может быть решен за счет использования низкочастотного трансформатора и инверторно-выпрямительного преобразовательного оборудования (ПО). [1]

Последние тенденции в области преобразовательной техники стремятся к увеличению эффективности и снижению массогабаритных параметров. В свою очередь один из способов снижения потерь и массогабаритных параметров заключается в увеличении частоты коммутации силовых полупроводниковых ключей. При увеличении плотности передаваемой преобразователем энергии необходимо особое внимание уделять выбору материала сердечника трансформатора, чтобы нивелировать потери на перемагничивание.



а) б)

Рис. 1. Рабочие зоны однотактных и двухтактных преобразователей в сердечниках с различной величиной немагнитного зазора

Согласующие преобразователи, принцип работы которых затрагивает лишь один квадрант диаграммы зависимости магнитной индукции от напряженности магнитного поля (Зона 1, рис.1, *а*), пригодны для применения в диапазоне мощностей до 200-300 Вт, увеличение мощности нагрузки до 1 кВт и более потребует введения немагнитного зазора (Зона 2, рис.1, *а*), или кратного увеличения габаритной мощности трансформатора. Работа такого преобразователя будет сопряжена с тяжелыми коммутационными процессами, а их нивелирование потребует введения дополнительных мер, что еще более усложнит конструкцию преобразователя. Таким образом, для проектирования преобразователей большой мощности предпочтительна топология, реализующая двухполупериодный режим работы трансформатора, обеспечивающая симметричный режим перемагничивания сердечника (Зона 1, рис.1, *б*). Для снижения магнитной индукции сердечника при неизменной напряженности магнитного поля и увеличения мощности вводится распределенный магнитный зазор (Зона 2 рис.1, *б*). Для снижения потерь в сердечникемагнитные материалы используются на уменьшенную величину индукции B_{max} (рис. 1).

1. Ширшин, К. А. Разработка стабилизированного зарядного устройства с квазисинусоидальной формой потребляемого тока / К. А. Ширшин, Д. А. Алешин, Н. Н. Вихорев // XXVIII Нижегородская сессия молодых ученых (гуманитарные, технические, естественные науки) : Статьи и тезисы молодых ученых, Н.Новгород, 05–08 декабря 2023 года. – Н.Новгород: Издательство "Перо", 2023. – С. 379-382.

СЕКЦИЯ 3

МАШИНОСТРОЕНИЕ

Подсекция 3.1

Промышленные технологии в машиностроении

УДК 684.4

БАЕВСКИЙ А.А., АБАШЕВА А.М.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ОАО «ВОТКИНСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Мебельная промышленность – одна из важнейших составляющих лесопромышленного комплекса, обеспечивающая выпуск жизненно необходимых товаров длительного пользования. Российское промышленное предприятие, полное наименование – Открытое акционерное общество «Воткинская промышленная компания». Приоритетное направление деятельности ОАО «Воткинская промышленная компания» сегодня – разработка и производство мебельной продукции для новорождённых, подростковой мебели, текстильных аксессуаров и корпусной мебели. Рассмотрены виды зарегистрированных дефектов, выявлены наиболее значимые и существенные факторы, влияющие на возникновение несоответствий или брака. Проведён анализ Парето для наиболее часто встречающегося вида дефектов, связанного с деформацией древесины, «возникновение трещин и сколов». Из анализа следует, что в 80% случаев предприятие несет убытки по таким причинам как «механические повреждения», «нарушение технологии обработки» и «нарушение условий хранения», остальные причины в меньшей степени влияют на частоту возникновения данного вида дефектов.

Далее используется инструмент управления качеством как FMEA-анализ. Проводится анализ всех возможных причин возникновения дефекта и определения последствий их воздействия на систему с целью классификации всех ошибок по признаку их критичности для работы системы.

Для приоритетного числа риска установлена критическая граница (ПЧРгр) 125. Максимальное значение, достигнутое при анализе исследуемого процесса «закупки»- 252, следовательно, необходимо провести корректирующие мероприятия для устранения причин возникновения.

Приняты меры для снижения вероятности возникновения дефекта «возникновение трещин и сколов» такие как:

1. Использовать более прочную упаковку, обеспечивающей защиту кроватки от ударов, вибраций и влаги. Например, можно использовать вспененный полиэтилен или других амортизирующие материалы;
2. Ввести дополнительную процедуру контроля за упаковкой и за тем насколько плотно она прилегает к изделию, таким образом предотвращая его лишнее перемещение внутри;
3. Обучить персонал правилам погрузки/выгрузки и транспортировки хрупких грузов;
4. Использовать специальные приспособлений для фиксации груза во время транспортировки;
5. Ввести четкую документацию выполнения процессов и стандартов для обеспечения

последовательности и минимизации ошибок;

6. Внедрить методологию PDCA (Plan-Do-Check-Act) для систематического подхода к улучшениям.

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.

Таким образом, цель работы достигнута, а задачи решены.

Библиографический список

1. ОАО «ВОТКИНСКАЯ ПРОМЫШЛЕННАЯ КОМПАНИЯ» Воткинск: [Электронный ресурс]. URL:topol-dt.ru (Дата обращения 03.03.2025).

2. ГОСТ 19917-93, ГОСТ 16371-93 Стандарты организации. Технические требования к продукции.

УДК 621.791

АРХИПОВ М.В., АНТОНЫЧЕВ Н.Н.,КОЗЛОВ И.К., ПОДУВАЛЬЦЕВ А.А.

ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ГИБРИДНОЙ МИКРОСВАРКИ

Нижегородский государственный технический университетим. Р.Е.Алексеева

Процесс термозвуковой микросварки (ТЗС) при формировании проволочных перемычек между контактными площадками электронных приборов представляет собой ультразвуковую микросварку (УЗС) с подогревом. В случае применения алюминиевой проволоки УЗС обеспечивает получение качественных сварных соединений без дополнительной активации зоны формирования соединения сопутствующим подогревом.

Повышенная энергоемкость золота требует применения термокомпрессионной сварки с нагревом электронного прибора до температуры порядка 250-320^{0}С или вариант ТЗС с применением подогрева монтажного столика и (или) инструмента до 140-200^{0}С.

Существует ряд электронных приборов, не допускающих нагрева кристалла до температур более 60-80 ^{0}С, получение сварного соединения при этих условиях невозможно.Применение импульсноймикроконтактной сварки расщепленным электродом ИМРЭвследствие высокой интенсивности локального тепловыделения также не всегда возможно[1-2].

Модернизация установки для УЗС путем оснащения ее источником тока ИТСПи инструментом для ИМРЭ типа ЭК-1-30-180позволили обеспечить удовлетворительную по качеству и стабильности микросварку золотой проволокой диаметром 30 мкм, без подогрева монтажного столика и инструмента.Применение ультразвука обеспечивает дополнительное разупрочнение сварочной проволоки, повышая ее пластичность и снижая значение сварочного тока [3].

Кроме того, применение ультразвука позволило стабилизировать контакт проволока-инструмент и снизило значение контактного сопротивления. Данный метод микросварки получил наименование гибридной микросварки (ГМС).

Схема процесса предполагает пропускание тока между контактными площадками расщепленного электрода. С учетом данных работы [3], при ширине контактных площадок электродов 70 мкм и ширине зазора 40 мкм, электрическоесопротивление электрод- электрод составляет порядка 1-2 мОм. Выделившаяся энергия приводит к нагреву проволоки по всей длине проволоки осаженной инструментом, т.е. 180 мкм.

Одновременно с прохождением сварочного тока, через тот же инструмент подаются ультразвуковые колебания. Режимы ИМРЭ и ГМС приведены в табл. 1. Значения энергии нагрева даны без учета кпд.

Таблица1

Метод сварки	ГМС		ИМРЭ
Параметры	УЗС	ИМРЭ	
Напряжение питания, В	3.0	1.2	1.6
Ток,А	0.2	16	21
Энергия выделяемая в зоне сварки, Дж 10^{-3}	6 с учетом кпд 50%	14	25
Время сварки, мс	40	40	40
Усилие сжатия, Н	0.4	0.4	0.4

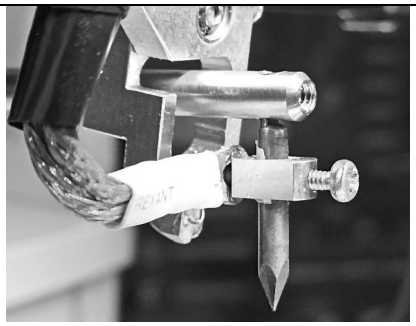


Рис.1. Узел крепления инструмента

Моделирование процесса на масштабных моделях показывает, что существенного изменения электрического сопротивления не наблюдается, повышение удельного сопротивления компенсируется осадкой. Мощность УЗС определялась исходя из действующих значений переменного тока и напряжения с частотой колебаний подаваемых на пьезокерамический преобразователь, с учетом кпд 50%.

Как видно из табл.1, применение ГМС позволило осуществить сварку золотой проволокой без подогрева, уменьшив значение сварочного тока на 25-30 %, а тепловой энергии более чем в полтора раза, что обеспечило «щадящий» режим сварки.

Библиографический список

1. Ланин, В. Активация процессов ультразвуковой микросварки изделий электроники /Технологии в электронной промышленности, 2009. — № 2. - с. 63-66.
2. Шмако, М. Микросварка при производстве микросборок и гибридных интегральных микросхем Технологии в электронной промышленности, № 6’2006 с. 64-68.
3. Архипов, М.В. [и др.] Моделирование процесса микросварки расщепленным электродом. Сборник статей III Международной научно-практической конференции «НАУКА И ТЕХНОЛОГИЯ» - 2024» Петрозаводск, МЦНП «Новая наука».-2024, с. 84-98.

УДК 621.791

АРХИПОВ М.В., КОЗЛОВ И.К., ПОДУВАЛЬЦЕВ А.А., ЯМГУЛИН Р.И.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИИ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ МИКРОСВАРКИ МОЩНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРОБОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

При изготовлении силовых электронных приборов одной из важнейших задач является оптимизация технологии ультразвуковой микросварки проволочных перемычек между контактными площадками на кристалле и корпусе. Для этой цели применяется алюминиевая проволока диаметром от 100 до 500 мкм, которая в микроэлектронике именуется «толстой».

Применение «толстой» проволоки требует больших значений параметров режима по сравнению с широко применяемой проволокой диаметром 12- 35 мкм, что повышает опасность нарушения структуры кристалла, вплоть до образования трещин [1,2].

К основным параметрам режима относятся: напряжение питания ультразвукового преобразователя (УЗП) с частотой 64 кГц $U_{УЗП}$, усилие сжатия $F_{сж}$ и время сварки $t_{св}$.

Исследования проводились в рамках модернизации установкиУМС-20Удля ультразвуковой микросварки перемычек из алюминиевой проволоки диаметром 100-500 мкм. На рис.1 показаны развареные перемычки и крючок, предназначенный для придания заданной

формы перемычкам, а также их испытаниям на отрыв. На рис. 2 представлен характер изменения прочности перемычки на отрыв, при нагружении крючком. На рис.3 показан характер изменения огибающей тока в цепи питания УЗП. На рис.4 показан вид сварного соединения и отпечатка зоны твердофазного соединения.

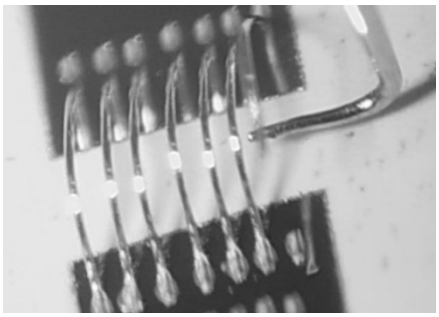


Рис.1. Вид сварных перемычек

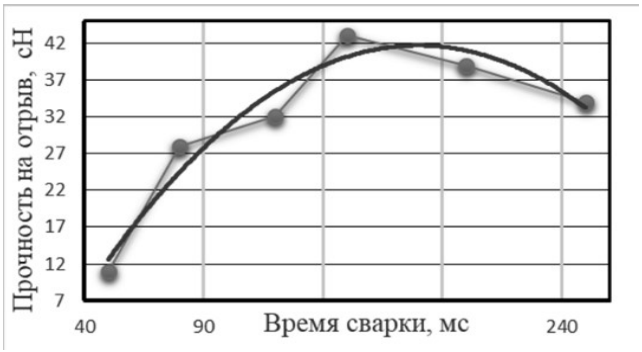


Рис.2. Характер изменения прочности на отрыв от зависимости времени сварки. $U_{УЗП}$=7 В; $F_{сж}$=1,2 Н;

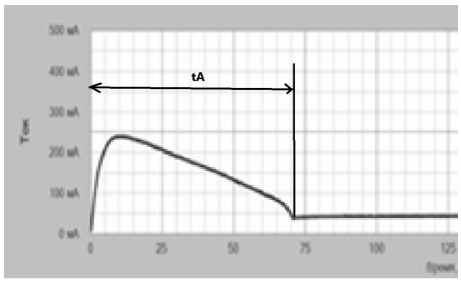
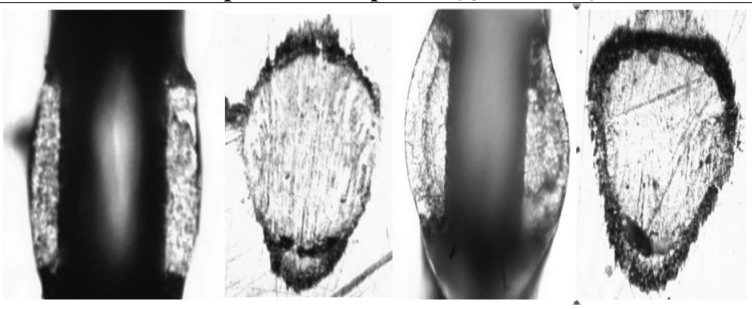


Рис. 3. Характер изменения огибающей тока в цепи УЗП. $U_{узп}$=7 В; $F_{сж}$=1,2 Н



а) б) в) г)

Рис.4. Вид сварного соединения и отпечатка, $U_{УЗП}$=7 В; $F_{сж}$=1,2 Н : *а), б)* $t_{св=}$150 мс; *в), г)* $t_{св=}$250 мс

Установлено, что в начале процесса сварки инструмент и проволока достаточно жестко связаны, чему способствует V-образная форма рабочего торца инструмента. Интенсивное скольжение имеет место в контакте проволоки с контактной площадкой, что приводит к интенсивной пластической деформации в зоне контакта, с образования очагов схватывания и формированию твердофазного соединения. На определенном этапе сформированное твердофазное соединение затрудняет скольжение в зоне сварки, значение амплитуды колебаний инструмента заметно снижается, наблюдается проскальзывание инструмента относительно проволоки и чрезмерная деформация проволоки, что приводит к снижению прочности сварного соединения при дальнейшем увеличении времени сварки. Показана связь между значением тока в цепи УЗП и амплитудой колебаний инструмента [3,4].

При любых заданных значениях параметров режима увеличение времени сварки сверх определенного значения не приводит к увеличению размера сварного твердофазного соединения и его прочности, при нежелательном повышении степени деформации проволоки с образованием «ушей» (рис. 4, *г*). Метод планирования эксперимента показал, что наиболее значимо в кодовых переменных усилие $F_{сж}$ (-10.6), меньшую значимость имеют $U_{узп}$(+3.9) и $t_{св}$(-3.3).

Предложенная методика оптимизации предполагает применить минимально допустимые, с точки зрения прочности соединений и степени деформации значения $U_{узп}$ и $F_{сж}$. При этом встроенная система отслеживает характер изменения огибающей тока в цепи УЗП, прекращая процесс при достижении двойной, максимум тройной длительности до снижения амплитуды, огибающей тока до минимального значения tA. Это обеспечит как формирование соединения за счет требуемой интенсивной пластической деформации в зоне сварки, так и полноту протекания стадии объемного взаимодействия при минимальном энергосиловом воздействии на кристалл.

Библиографический список

1. Ланин, В.Л. [и др.]. Ультразвуковая микросварка проволочных выводов больших диаметров при монтаже мощных полупроводниковых приборов. // Электроника. 2020. №2 С. 152 – 160.
2. https://megavtogal.com/svarka/ultrazvukovaya-svarka-zolotoj provoloki.html?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F
3. Ланин, В. Л. Диагностика ультразвуковых колебательных систем в установках микросварки / В. Л. Ланин, И. Б. Петухов // Технологии в электронной промышленности. – 2016. – № 4. – С. 66-68.
4. Архипов, М.В, [и др.] Исследование электрических параметров акустической системы при ультразвуковой микросварке. Сборник статей Международной Научно-практической конференции «НАУКА И ОБРАЗОВАНИЕ - 2024» Петрозаводск, МЦНП «Новая наука». – 2024 , с. 160-167

УДК 62-7

БАЕВСКИЙ А.А., БАРИНОВА П.Ю.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ООО «АВТОТЕХНИКА»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Производство шумоизоляционных и виброизоляционных материалов – это важная отрасль, которая играет ключевую роль в обеспечении комфортной и безопасной среды как в жилых, так и в промышленных условиях. Эти материалы необходимы для снижения уровня шума и вибраций, что способствует улучшению качества жизни и работы.

Исследуется Российское промышленное предприятие – общество с ограниченной ответственностью «Автотехника». Приоритетное направление его деятельности сегодня – разработка, производство и поставка шумоизоляции, виброизоляции, прокладочных, термоизоляционных и декоративно-отделочных самоклеющихся материалов, нетканых иглопробивных полотен, а также готовые детали интерьера салона автомобилей.

В работе рассмотрены виды зарегистрированных дефектов, выявлены наиболее значимые и существенные факторы, влияющие на возникновение несоответствий или брака. Для анализа наиболее часто встречающегося дефекта, «несоответствие деталей по толщине, жесткости и мохристости по периметру» использовалась диаграмма Исикавы, метод «5 почему?» и диаграмма Парето, результатами которого стало обнаружение первоочередной и наиболее значимой причины, такой как «некорректная работа печи по нагреву заготовок» и «отсутствие требований потребителя по данному дефекту», остальные причины в меньшей степени влияют на частоту возникновения данного вида дефектов.

Предложены меры для снижения вероятности возникновения дефекта «несоответствие деталей по толщине, жесткости и мохристости по периметру».

1. Диагностика состояния датчиков температуры печи, внести контроль состояния в перечень ТО-3(тех обслуживание). Регулярная диагностика датчиков температуры позволит своевременно выявлять неисправности и отклонения от нормы.
2. Разработать инструкцию по проверке печи после демонтажа /монтажа. Инструкция гарантирует соблюдение стандартов и процедур при монтаже и демонтаже печи.
3. Оформить КО ковров (контрольные образцы). Контрольные образцы помогают установить единый стандарт качества для всей производственной линии. Они служат эталоном, с которым сравниваются готовые изделия.
4. Дополнить СК 4.1.12.1 и РС по исправлению дефектов новыми дефектами. Обновленные руководства станут полезными инструментами для обучения и подготовки нового персонала.

5. Провести дополнительный инструктаж операторов по новым дефектам. Инструктаж по новым дефектам позволяет операторам лучше понимать возможные проблемы, возникающие в процессе производства. Это повышает их способность вовремя распознавать и устранять дефекты, что способствует снижению числа ошибок и брака.

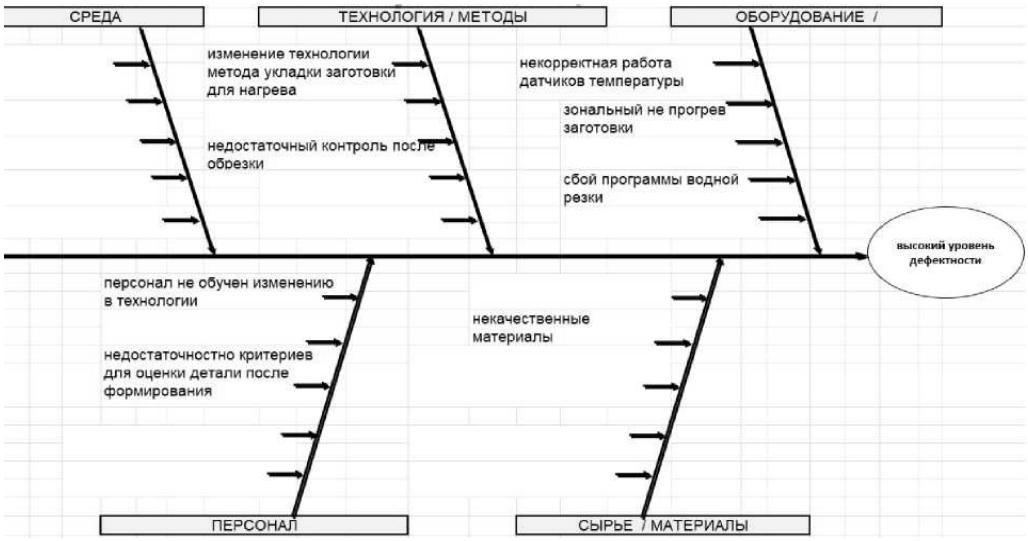


Рис. 1. Диаграмма Исикавы

После внедрения корректирующих действий была построена диаграмма причин возникновения дефектов, где наглядно видно результат принятых мер, таких как: повышение надежности оборудования, улучшение качества продукции, снижение затрат на ремонт и обслуживание, повышение уровня безопасности и соответствие нормативным требованиям.

Библиографический список

1. ООО «Автотехника» Нижний Новгород: [Электронный ресурс]. URL: zamavt.ru
2. IATF 16949-2016 Стандарт организации. Система менеджмента качества.
3. ГОСТ Р 58139-2018 Стандарт организации. Система менеджмента качества.

УДК 620.16

ВОРОБЬЕВА П.В., АНОСОВ М.С.

СВОЙСТВА СУРГУЧНОЙ МАССЫ И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ В ГРАВИРОВАЛЬНЫХ ПРОЦЕССАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире гравировальные процессы играют важную роль в различных отраслях промышленности, таких как ювелирное дело, металлообработка и др. Однако традиционные методы фиксации мелких заготовок могут оказаться недостаточно эффективными и экономически неоправданными. В этом контексте сургуч, выступающий в роли вспомогательного материала, демонстрирует свои уникальные свойства, способствуя значительному повышению качества и производительности гравировальных работ.

Цель исследования заключается в комплексном анализе свойств сургучной массы и выявлении её роли в повышении эффективности гравировальных операций. В ходе исследования были изучены физические и химические свойства сургуча, а также разработаны методики его применения в процессах гравирования.

За основу взят вариант известной рецептуры почтового сургуча (№1) из авторского свидетельства СССР № 1213056, кл. С 09 К 3/20, 1986. Соотношение компонентов: Канифоль ГОСТ 19113-84 (44 %); Мел ГОСТ 17498-72 (50,8 %); Парафин ГОСТ 23683-2021 (2,2 %); Сурик железный ГОСТ 8135-74 (3 %).

Исследование свойств сургучной массы проводилось с использованием различных методов, таких как органолептический, физический и химический анализ. Были определены основные характеристики сургуча, такие как внешний вид, цвет, плотность, устойчивость к ультрафиолетовому излучению и запах.

В качестве основного технологического свойства определён процесс расплавления и затвердевания приготовленной сургучной массы. Проведён эксперимент с целью определения физического характера процесса перехода состояний исследуемого образца. Анализ полученных данных показал, что процесс изменения температуры при переходе сургуча из состояния «стекловидное» в «вязкотекучее» и обратно имеет линейный характер во времени. Температура плавления сургуча составляет +67 °С. Отсутствие площадки кристаллизации указывает на то, что сургучная масса наследует аморфные свойства от канифоли.

В условиях единичного производства, когда изготовление специальных приспособлений для установки и крепления является нецелесообразным, предлагается использовать сургучную массу. Нагреть сургуч до температуры размягчения, например, строительным феном, и с его помощью надёжно закрепить деталь в нужном положении. После обработки можно снова нагреть сургучную массу и извлечь изделие. Кусок сургуча может быть использован повторно неограниченное количество раз.

Результаты исследования показали, что сургучная масса обладает рядом преимуществ, таких как необходимая точность фиксации деталей, простота и возможность многократного использования. Использование сургуча позволяет повысить качество и производительность гравировальных работ, а также снизить экономические затраты.

Библиографический список

1. ГОСТ 17498-72. Мел. Виды, марки и основные технические требования
2. ГОСТ 19113-84. Канифоль сосновая. Технические условия
3. ГОСТ 23683-2021. Парафины нефтяные твердые. Технические условия
4. ГОСТ 4255-75 Нефтепродукты. Метод определения температуры плавления по Жукову.
5. ГОСТ 8135-74. Сурик железный. Технические условия
6. Котельникова, Е.Н. Кристаллохимия парафинов: Методы исследования, результаты, поведение в природе / Котельникова Е.Н., Филатов С.К. – М., 2002 г.

УДК681.785.54:621.382.2

ГОЛУБЕВ М.В., ГОЛУБЕВА М.В., ОКУНЕВ А.В.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДАТЧИК БЕЗОПАСНОСТИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Движение автономных и дистанционно управляемых летающих дронов в ограниченном пространстве сопряжено с рисками столкновения с препятствиями во время эксплуатации. В качестве ограниченных пространств для движения дронов могут выступать как большие индустриальные объекты такие как цеха заводов или промышленных предприятий, так и жилые помещения. Часто для исследования зданий и сооружений используются дроны оснащенные видеокамерой и дистанционно управляемые оператором. Для движения внутри

зданий и сооружений дрон целесообразно оборудовать системой предотвращения столкновений препятствиями с возможностью строить карту препятствий.

В качестве сенсоров могут быть использованы различные датчики. Был проведен анализ датчиков, используемых для детектирования препятствий по параметрам точности измерения, рабочего диапазона по дальности, стоимости и габаритным размерам. Наиболее предпочтительным является разработка датчика ультразвукового типа, так как он имеет достаточную дальность (до 8 м) для работы в помещениях, но при этом не слишком дорог для оснащения дронов.

Для оценки необходимых параметров программного аппаратного комплекса интеллектуального ультразвукового датчика, предназначенного для установки на беспилотный летательный аппарат, рассмотрим предполагаемую конструкцию более детально. На рис. 1 представлена структурная схема датчика программно-аппаратного комплекса интеллектуального ультразвукового датчика, предназначенного для установки на беспилотный летательный аппарат.



Рис. 1. Структурная схема датчика программно-аппаратного комплекса интеллектуального ультразвукового датчика, предназначенного для установки на беспилотный летательный аппарат

Предлагаемое решение будет включать аппаратную часть, состоящую из ультразвукового датчика и программное обеспечение для работы датчика с летальным аппаратом. Программно-аппаратный комплекс ультразвукового датчика будет адаптирован для полетного контроллера Pixhawk PX4 2.4.6. Подключение будет осуществлять через CAN интерфейс. За счет обработки мультиотражений ультразвукового сигнала получится обрабатывать больше полезной информации и строить более детальную карту препятствий на расстоянии до 8 метров.

УДК 621.822.6

ГОНЧАРОВА К.М., АНОСОВ М.С., МИХАЙЛОВА.М., САВИНА Т.А.

ПРОБЛЕМАТИКА ПРОИЗВОДСТВА ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ПОДШИПНИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Общий уровень развития машиностроения напрямую отражается в состоянии производства подшипников – ключевых комплектующих для всех отраслей промышленности. В советское время в России действовало 34 завода, ежегодно выпускавших до 1 млрд подшипников. Многие из них были оснащены современными зарубежными станками и технологиями. После распада СССР значительная часть производств осталась за пределами страны, кооперационные связи разрушились.

На сегодняшний день отсутствие масштабного производства качественных подшипников – серьёзная проблема, особенно после ухода с российского рынка ведущих зарубежных производителей: SKF (Швеция), Schaeffler (ФРГ), Timken (США) в 2022 году. За последние 14 лет объёмы производства остаются на уровне около 50 млн штук в год, что несопоставимо с показателями советского периода [2].

На сегодняшний день можно выявить ряд основных причин стагнации отрасли.

Во-первых, отсутствие государственного финансирования металлургии препятствует выпуску подшипниковых сталей (ШХ15, 20Х, 95Х18), которые должны отличаться высокой прочностью, твёрдостью и износостойкостью. Из-за этого подшипники производятся из некачественных материалов и не соответствуют международным стандартам [3].

Во-вторых, использование устаревшего оборудование и сложности с поставкой новых станков для полного цикла производства. Имеющееся в России производства (например, на Самарском заводе приборных подшипников выпускаются шлифовальные станки,) не закрывают всех потребностей [1].

Третья проблема – кадровый дефицит. Молодые специалисты не видят перспектив в машиностроении, предпочитая другие сферы. Для изменения ситуации необходимы стимулирующие меры: развитие отрасли, повышение зарплат, льготы, расширение образовательных программ, а также контроль качества подготовки специалистов в вузах.

Ещё одна серьёзная угроза – контрафактная продукция. Некоторые компании импортируют дешёвые китайские подшипники и выдают за российские, что вводит потребителей в заблуждение и подрывает доверие к отечественному производителю. Более того, такие схемы оказываются дешевле, чем выпуск продукции в России [3].

Таким образом, восстановление подшипниковой отросли и вывод её на новый уровень – это сложный и трудоемкий процесс, требующий комплексного подхода. Необходимо как государственное субсидирование металлургии и машиностроения, так и подготовка квалифицированных кадров.

Библиографический список

1. Воробьев, А. А. Анализ современных подшипниковых узлов, применяемых для высокоскоростного состава, и перспективы их развития / Воробьев А. А., Будюкин А. М., Кондратенко В. Г., Битюцкий Н. А., Мигулин Н. К. // Техника и технологии. 2023. Бюллетень научных исследований.
2. Капп, Т. О. Роль производства подшипников в российской экономике.
3. Артемов, С. // Газета "Коммерсантъ". - Изд-во АО "Коммерсантъ", 2024.

УДК 66.069.832

ЗАЙЦЕВ А.А., ДИКОВ В.А., КОСЫРЕВ В.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРОБЕЖНОЙ ФОРСУНКИ С ДЕБАЛАНСОМ ТИПА «ФЛАЖОК»

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

Известна «Центробежная форсунка» [1], содержащая входную камеру с центральным патрубком для входа жидкости, снабженным упругой вставкой, завихрительный диск с наклонными каналами и центральным стержнем, камеру закрутки с выпускным отверстием и подвижными элементами в форме одного или нескольких шариков. Работа форсунки сопровождается наложением колебаний на её корпус и на факел распыла.

Недостатком устройства является, наличие двух точек контакта шарика в камере закрутки, что затрудняет его движение, ведёт к истиранию. Кроме того, при повышенных входных давлениях наблюдаются удары шарика по центральному стержню и корпусу.

Для устранения недостатков известного устройства нами была предложена новая форсунка [2]. Эта форсунка [2]имеет входную камеру с центральным патрубком для входа жидкости, снабженным упругой вставкой, завихрительный диск с наклонными каналами и центральным стержнем. Отличием является то, что камера закрутки снабжена подвижным вращающимся элементом, в форме изогнутой пластины-дебаланса, радиальный участок которой, лежит в плоскости стержня и закреплен на нём с возможностью вращения.

Во время изготовления изогнутого дебаланса был разработан и изучен новый дебаланс рис. 1. В ходе опытов определяли зависимости производительности форсунки от входного давления и массы дебалансов. Использовали комплект дебалансов типа «Флажок», рис. 1. Результаты опытов для комплекта «Флажок» приведены в табл. 1.



Рис. 1. Дебалансы типа «Флажок»

Таблица 1

Результаты испытаний дебалансов типа «Флажок»

$P_{вх}$, МПа	m, г	0,05	0,1	0,15	0,2	0,25
Q, м3/час	2,61	1,14	1,5	1,98	2,28	3
	3,54	1,08	1,5	1,8	2,04	2,34
	5,44	1,14	1,56	2,1	2,34	2,52
	6,95	1,08	1,56	1,92	2,22	2,4
	9,82	1,08	1,56	1,92	2,16	2,46

Из графика (рис. 2) видно, что дебалансы разной массы типа «флажок» показывают разные результаты производительности при определенных давлениях. На графике (рис. 3)

прослеживается в основном повышение производительности при средних значениях массы дебаланса.

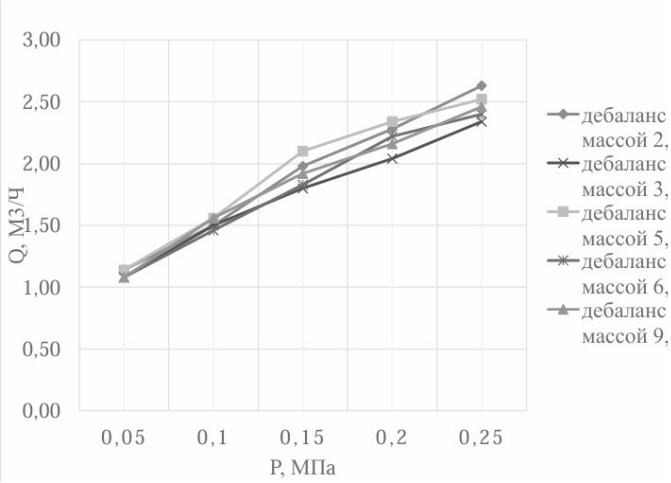


Рис. 2. Зависимость производительности от входного давления для дебалансов типа «Флажок»

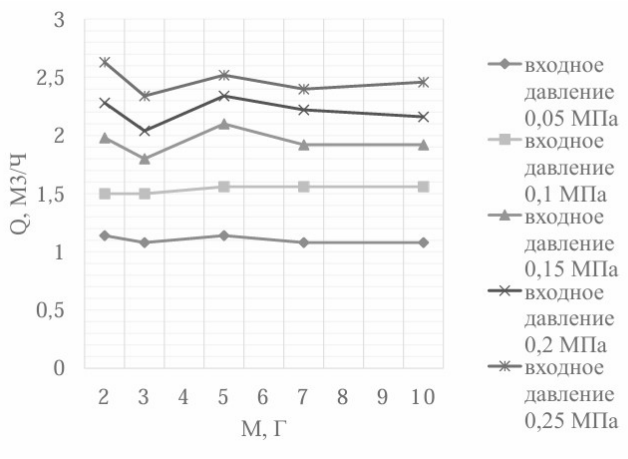


Рис. 3. Зависимость производительности от массы для дебалансов типа «Флажок» убрать заголовок верхний с плаката

Библиографический список

1. А.С. СССР 1205939, МПК B05B 1/34 Центробежная форсунка / Косырев В.М.,Живайкин Л.Я., Алексеев В.А. и др. - опубл. 23.01.1986, Бюл.№ 3.
2. Патент РФ 2792516, МПК B05B 3/04 Центробежная форсунка / Косырев В.М., Косырев А.В., Зайцев А.А., Утехина А.В.- опубл. 22.03.2023 Бюл.№2.

УДК 620.17

КАЗАКОВ А.Г., АНОСОВ М.С., ЛАЙША А.К., МИХАЙЛОВ А.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ НАНОЛЕГИРОВАНИЯ КОНСТРУКЦИОННЫХ СПЛАВОВ В ПРОЦЕССЕ АДДИТИВНОГО ЭЛЕКТРОДУГОВОГО ВЫРАЩИВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ

НижегородскийгосударственныйтехническийуниверситетимениР.Е.Алексеева

Прогресс в области аддитивных технологий и их интеграция в современное производство кардинально меняет традиционный подход к производству деталей, смещая акцент с технологий классического производства на характеристики получаемых изделий.В условиях растущих требований к созданию новых конструкционных материалов с повышенными физико-механическими свойствами, материалы становятся узким горлышком в развитии аддитивных технологий, выступая в качестве ключевого фактора технологического прогресса.

Особое значение приобретает разработка методов модификации структуры и свойств изделий на наноуровне. Это обусловлено необходимостью обеспечения высоких эксплуатационных характеристик и адаптации материалов к специфическим условиям эксплуатации. Одним из наиболее простых, доступных и высокопроизводительных методов 3D-печати, позволяющим получить высокие показатели по прочности и пластичности материала, является технологий аддитивного электродугового выращивания (WAAM)[1-2].

Одной из наиболее перспективных технологий модификации конструкционных сплавов является нанолегирование. Процесс заключается в введении наноразмерных частиц легирующих элементов в кристаллическую решетку, что приводит к формированию нанокри-

сталлической структуры и повышению прочностных характеристик, износостойкости, усталостной выносливости и долговечности изделий.

Легирование сварочной ванны порошковыми материалами[3] является ключевым методом модификации свойств сварных соединений, особенно в контексте аддитивного производства, где используется технология послойного наплавления материала (WAAM). Данный подход позволяет изготавливать изделия сразу композицией материалов, что способствует обеспечению соответствующих характеристик материала в требуемых сегментах изделия. Обеспечение динамического контроля процентного соотношения легирующих элементов в материале в процессе трехмерной печати открывает новые возможности для изменения физико-механические характеристик получаемых изделий, что существенно расширяет область применения изготовленных изделий, повышая их функциональность и адаптивность к специфическим требованиям эксплуатации.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-19-00534, https://rscf.ru/project/25-19-00534/

Библиографический список

1. Кабалдин, Ю.Г. Технология 3D-печати методом электродуговой наплавки. Структура и механические свойства изделий при низких температурах: монография / Ю.Г. Кабалдин [и др.]; под ред. Ю.Г. Кабалдина. - 139 с.
2. Kabaldin, Y.G. Digital Twin for 3D Printing on CNC Machines / Y.G. Kabaldin, P.V. Kolchin, D.A. Shatagin, M.S. Anosov, A.A. Chursin // Russian Engineering Research. – 2019. – Vol. 39. – Issue 10. – P. 848-851. DOI: 10.3103 / S1068798X19100101.
3. Болдырев, А.М. Наномодифицирование – эффективный способ формирования структуры металла шва. Часть II. Повышение эффективности наноинокуляторов в сварочной ванне / Болдырев А.М., Сизинцев С.В., Санников В.Г., Першин В.Ф. // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 4. – С. 197–203. – DOI: 10.15828/2075-8545-2020-12-4-197-203.

УДК 620.17

КАЗАКОВ А.Г., АНОСОВ М.С., ЛАЙША А.К., МИХАЙЛОВ А.М.

ОБЗОР НАНОЛЕГИРУЮЩИХ ПОРОШКОВ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ ПРИМЕНЕНИЯ В АДДИТИВНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

НижегородскийгосударственныйтехническийуниверситетимениР.Е.Алексеева

В настоящее время наноматериалы находят все большее применения в различных областях промышленности, в том числе и в аддитивном производстве. С развитием аддитивных технологий все больший научный и практический интерес представляет использование нанолегирующих порошков при аддитивного электродуговом выращивании (WAAM). В частности, большое внимание уделяется применению ультрадисперсных порошков химических соединений [1], таких как нитриды, карбиды, оксиды, карбонитриды и др., для модификации структуры металлов и их сплавов с целью получения более высоких физико-механических свойств изделий.

Нанолегирующий порошок – это частицы размером менее 100 нм, введение которых в сварочную ванну, шихту флюса или присадочный материал при наплавке позволяет равномерно распределить легирующие частицы. Благодаря своему малому размеру, такие наночастицы обеспечивают наиболее эффективное взаимодействие с матрицей материала, повышая его твердость, износостойкость и коррозионную устойчивость.

Исследования показывают, что даже малые дозы наночастиц (0,1-0,5мас.%) в сварочной ванне обеспечивают измельчение дендритной структуры, повышение микротвердости на

15-30% и снижение пористости [2]. Особенно эффективен метод при сварке алюминиевых и магниевых сплавов, где внедрение нанофаз значительно снижает склонность к горячим трещинам и ликвационным дефектам.

Функция наночастиц в составе флюса заключается не только в легировании металла шва, но и в инокуляции структуры – подавлении роста столбчатых кристаллов, инициировании гетерогенной кристаллизации и стабилизации ферритно-аустенитного или мартенситного баланса в зависимости от состава металла [2].

Присадочные материалы с наночастицами выполняют функции центров кристаллизации и раскислителей, способствуя формированию более однородной и мелкозернистой структуры сварного металла. Применение TiO_2 улучшает стабильность дуги, снижает разбрызгивание, а также способствует образованию тонкодисперсного шлака. Добавки SiC и TiB_2 повышают твёрдость, износостойкость и жаропрочность наплавленного металла, что особенно важно при ремонте и восстановлении деталей машин. В отличие от методов прямой подачи порошков в зону дуги, здесь обеспечивается стабильное и предсказуемое внедрение легирующих элементов в шов за счёт их равномерного распределения в присадочном материале.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-19-00534, https://rscf.ru/project/25-19-00534/

Библиографический список

1. Калиниченко, А. С. Перспективы использования наноразмерных порошков для получения модифицирующих лигатур / Калиниченко А. С., Слуцкий А. Г., Шейнерт В. А., Зык Н. В., Бородуля В. А., Рабинович О. С. // Литьё и металлургия. 2015. №1 (78).

2. Болдырев, А.М. Наномодифицирование – эффективный способ формирования структуры металла шва. Часть II. Повышение эффективности наноинокуляторов в сварочной ванне / // Нанотехнологии в строительстве. – 2020. – Том 12, № 4. – С. 197–203. – DOI: 10.15828/2075-8545-2020-12-4-197-203.

УДК 621.09.02

КЛУОНИС А.С., ПЛОТНИКОВ С.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛ ТРЕНИЯ КОНЦЕВЫХ ТВЕРДОСПЛАВНЫХ ФРЕЗ

Вятский государственный университет

На протяжении всей истории развития машиностроительной отрасли особое внимание уделялось совершенствованию и производству режущих инструментов. В современном мире технологии нанесения покрытий, такие PVD и CVD, позволяют создавать тонкие равномерные слои с высокой твердостью и минимальным коэффициентом трения. Исследования выходных параметров таких покрытий – периода стойкости, физико-химических свойств и других характеристик – открывают возможности для разработки новых функциональных покрытий, способных существенно улучшить эксплуатационные характеристики режущего инструмента. АО «Электромашиностроительный завод «Лепсе» (г. Киров) активно ведет работы по внедрению в производство ограниченного ассортимента металлорежущих инструментов.

В рамках данного исследования основной целью является проведение экспресс-тестов для анализа трибологических характеристик концевых твердосплавных фрез производства АО «Лепсе» [1-2], работающих в условиях сухого трения скольжения всей периферией режущей части.

Исследование охватило анализ трибологических свойств поверхностных покрытий концевых твердосплавных фрез, изготовленных на предприятии АО «Лепсе». Эти инстру-

менты предназначены для использования при сплошном резании. Все исследуемые образцы имели одинаковые геометрические параметры, что исключало влияние геометрии на результаты испытаний и обеспечивало достоверность полученных данных.

Анализ состояния зубьев фрез после испытаний позволил выявить характерные закономерности их износа в зависимости от величины осевой нагрузки. У всех образцов наблюдались сколы частиц металла с режущих кромок различной величины. Причинами таких дефектов могут быть несколько факторов. Высокие механические нагрузки вызывают локальную концентрацию напряжений, которая может превышать предел прочности материала инструмента [3]. В процессе резания выделяется большое количество тепла, которое может привести к локальному перегреву и деградации материала режущей кромки. Однако визуальный анализ образцов не выявил признаков термального износа, таких как изменение цвета режущих кромок.

Результаты исследования показали, что увеличение осевой нагрузки приводит к росту силы трения. На начальной стадии работы инструмента сила трения достигает максимальных значений, после чего стабилизируется на различных уровнях в зависимости от величины приложенной нагрузки. Также были зафиксированы различия в значениях силы трения у разных образцов при одинаковых нагрузках.

Библиографический список

1. Composition of the Hardened Surface of a Carbide Cutting Tool / S. A. Plotnikov, P. N. Cheremisinov, A. S. Kluonis, E. V. Kozlov // Russian Engineering Research. – 2024. – Vol. 44, No. 4. – P. 534-536. – DOI 10.3103/s1068798x24700655. – EDN YIKIBL.

2. Плотников, С. А. Методика испытаний концевых твердосплавных фрез при осевом нагружении / С. А. Плотников, А. С. Клуонис // Современные проблемы теории машин. – 2024. – № 17. – С. 139-141. – DOI 10.26160/2307-342X-2024-17-139-141. – EDNFOVXYX.

3. Клуонис, А. С. Трибологические характеристики концевой твердосплавной фрезы с поверхностным покрытием TiAlN / А. С. Клуонис, С. А. Плотников // Механика и машиностроение. Наука и практика : Материалы международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 27 ноября 2024 года. – Санкт-Петербург: ИП Жукова Е.В., 2024. – С. 63-65. – EDN FOCPMH.

УДК 621.753

КОЗЛОВ И.А., ЗИМИНА Е.В.

ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПЕЧАТИ 3D-ПРИНТЕРА НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ИЗДЕЛИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современную промышленность невозможно представить без аддитивных технологий. Создание изделий по данным цифровой модели методом послойного наплавления материала широко используется во многих областях, в том числе и в машиностроении [1], [2].

После печати заготовка представляет собой набор соединенных между собой сечений, следствием чего является ступенчатость поверхности. Такие неровности, с относительно малыми шагами, образуют шероховатость – одну из наиболее важных геометрических характеристик поверхности детали [3], во многом определяющую её эксплуатационные качества. Придание поверхности изделия определенных свойств может существенно повысить точность и надежность работы детали.

Вопреки распространённости и доступности технологии 3D-печати, вопрос выбора режимов для получения требуемого качества поверхности нельзя назвать изученным. Изделия изготовленные посредством 3D-печати могут проходить постобработку (механическую, хи-

мическую, термическую), но далеко не всегда есть такая потребность. Целью данного исследования является анализ и уточнение принципа формирования шероховатости поверхности, получаемых методом FFF печати. Объектом исследования являются образцы с разной геометрией и различным позиционированием на платформе при выращивании.

Процесс создания образцов состоит из следующих этапов: проектирование 3D-модели; формирование слоёв (все изделия были выполнены в нескольких вариантах с различной толщиной слоя); загрузка файла в программную среду 3D-принтера; печать изделия.

Методика исследования заключалась в измерении шероховатости с использованием профилометра ISR-C300 со следующими характеристиками: точность ±10 %, усилие наконечника 4 мН, диапазон ±140 мкм. Каждое изделие надёжно устанавливалось в призму, затем последовательно проводилось по три измерения для каждого образца с его последующим смещением на 15-20 мм.

Испытуемые образцы изготовлены на 3D-принтере Anycubic Kossel из полимера PLA при следующих параметрах режима: температура печати 200℃; скорость печати 60 мм/с; толщиной слоя: 0.6, 0.4, 0.15 и 0.06 мм. Изучено влияние толщины слоя на параметр профиля шероховатости Ra. Наилучший результат Ra = 6,96 мкм получен при толщине слоя 0,06 мм. Наиболее грубая поверхность Ra = 30,25 мкм получена у образца с толщиной слоя 0,6 мм.

В результате исследования установлено, что с увеличением толщины слоя параметр шероховатости Ra увеличивается, а качество снижается. Кроме того, сделан вывод, что расположение объекта на столе при печати на качество поверхностного слоя изделия влияет весьма незначительно.

Таким образом, шероховатость поверхности изделия при печати на 3D-принтере во многом зависит от задаваемой толщины слоя, а расположение детали на столе следует задавать, руководствуясь служебным назначением изделия и условиями его эксплуатации.

Библиографический список

1. Зленко, М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / Зленко М.А. – Санкт-Петербург:НАМИ, 2013. – 221 с.
2. Шкуро, А.Е.Технологии и материалы 3D-печати / А.Е. Шкуро. – Екатеринбург: 2017. – 101с.
3. ГОСТ 2789-73. Шероховатость поверхности. Параметры и характеристики.

УДК 621.8

КРАСНОКУТСКИЙ А.И., КРАСНОКУТСКИЙ И.И.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА КОНЕЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЖЕСТКОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ МЕСТ ЗАКРЕПЛЕНИЯ ТОНКОЛИСТОВЫХ ШТАМПОВАННЫХ ДЕТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

В процессе проектирования сборочно-сварочного приспособления [1], первым и ключевым этапом создания компоновки приспособления является выбор точек базирования каждой из сопрягаемых деталей, т.е. точек, в которых мы накладываем на сопрягаемые детали геометрические ограничения. Для каждой детали индивидуально, исходя из формы и габаритных размеров, а также толщины материала, подбирают точки опоры и зажима таким образом, чтобы обеспечить требуемую форму детали в сборке: каждая отдельная штамповка может иметь отклонения формы из-за упругой составляющей деформации после процесса штамповки – явление упругой отдачи.

В общем случае жесткостью называют способность тела сохранять свою форму под воздействием внешних нагрузок. Показателем жесткости является величина отклонения

формы тела, то есть величина прогиба под воздействием единичной силы. Для автомобильной промышленности допуска отклонений формы деталей лежат в пределах +/-0,5 – +/-1 мм [2], а усилия пружинения для деталей рассматриваемого типа составляют порядка 50 Н.

Исследование проводилось в САПР «Catia», и алгоритм эксперимента выглядел следующим образом (рис. 1).

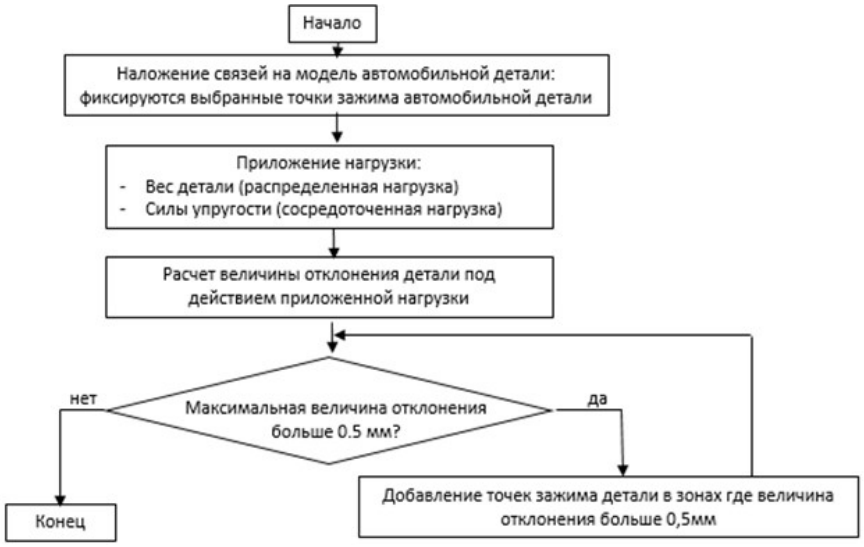


Рис. 1. Алгоритм нахождения точек зажима автомобильной детали

Использование этого алгоритма позволяет пошагово подобрать минимально необходимое количество точек зажима для отдельной детали, исходя из критерия ее жесткости. Результат финальной итерации алгоритма представлен на рис. 2. Алгоритм на основе метода конечных элементов, с применением полученных в ходе анализа литературы критериев жесткости тонколистовых деталей, показал высокую эффективность и наглядность в вопросе нахождения оптимального количества точек закрепления и их расположения на детали.

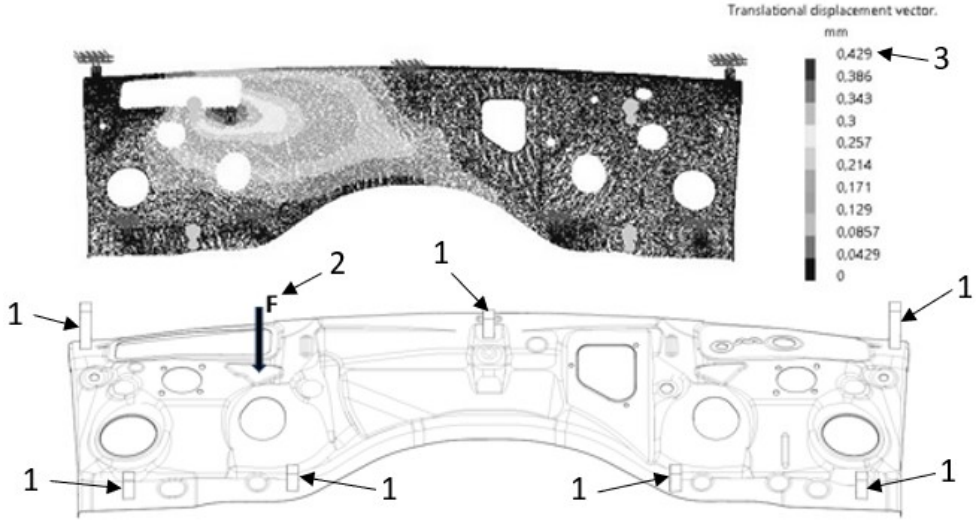


Рис. 2.Финальная итерация алгоритма:
1 – точки фиксации, 2 – точка приложения силы, 3 – величина максимального отклонения формы

Библиографический список

1. Краснокутский, И.И. Развитие методов автоматизации проектирования компоновок специальных сварочных приспособлений / Краснокутский И. И., Панов А. Ю. // Вестник машиностроения. 2024. Т. 103. № 7 С. 584-591

2. Leuschel R. Toleranzmanagement in der Produktentwicklung am Beispiel der KarosserieimAutomobilbau // TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, 2011 https://tubaf.qucosa.de/landing-page/?tx_dlf[id]=https%3A%2F%2Ftubaf.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A22765%2Fmets (датаобращения 15.01.2025)

УДК 621.8

КРАСНОКУТСКИЙ И.И., КРАСНОКУТСКИЙ А.И.

КРИТЕРИИ ЖЕСТКОСТИ ДЛЯ ВЫБОРА ТОЧЕК ФИКСАЦИИ ТОНКОЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ В СБОРОЧНО-СВАРОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЯХ В АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В общем случае жесткостью называют способность тела сохранять свою форму под воздействием внешних нагрузок. Показателем жесткости является величина отклонения формы тела, то есть величина прогиба под воздействием единичной силы.

При проектировании сборочно-сварочных приспособлений [1] интерес представляет величина отклонения фактической формы детали от ее теоретической формы между точками зажима, в которых мы приводим эту величину отклонения к нулю, прижимая деталь к базовым элементам, выставленным точно по математической модели.

Эта величина отклонения и должна оказаться в пределах допуска при приложении внешних усилий – собственного веса, воздействия рабочего-оператора, закладывающего эти детали в приспособление, а также сил упругости, которые надо преодолеть, чтобы выправить отклонения формы после процесса штампования, появившиеся в результате неравномерности упругой отдачи, связанной с девиацией механических свойств листа металла в пределах допуска по стандарту.

Для автомобильной промышленности допуска отклонений формы деталей оказываются в пределах +/-0,5 – +/-1 мм [2].

По информации от специалистов по производству штампованных автомобильных деталей автомобильных кузовов, с толщинами металла 0,8- 1,2 мм, отклонения формы детали от ее математической модели в результате девиаций упругой отдачи должны компенсироваться усилием порядка 5 кг, а величины этих отклонений могут составлять несколько миллиметров. Максимальное отклонение от математической модели было зафиксировано для панели заднего пола легкового автомобиля с цельнотянутой нишей под запасное колесо, составило 20 мм и устранялось усилием прижима порядка 5 кг – 50 Н.

На основании этой информации можно сформулировать условия для задачи по оптимизации количества точек зажима автомобильной детали:

1) максимально допустимое отклонение детали от ее математической модели в промежутке между точками зажима – 0,5 мм;

2) усилия, вызывающие это отклонение:

- вес детали в промежутке между точками зажима,
- усилия пружинения (порядка 50 Н);

3) усилия, сопротивляющиеся отклонению:

- жесткость автомобильной детали в промежутке между точками зажима.

То есть задача оптимизации расположения точек зажима по детали сводится к поиску расположения минимального количества точек зажима, обеспечивающих отклонение формы автомобильной детали в пределах 0,5 мм в промежутках между точками зажима, под действием веса этой детали и возможных усилий пружинения, не превышающих 50 Н.



Рис. 1. Алгоритм оптимизации количества точек зажима автомобильной детали

Основываясь на этих условиях следуя простейшему алгоритму (рис. 1) методом перебора решений (каждое последующее решение – добавление еще одной точки зажима) и оценки каждого последующего решения на жесткость, рассчитывая отклонения детали от ее требуемой формы методом конечных элементов в соответствующем CAE-модуле (в нашем случае модуль NASTRANинтегрированный в CATIA) приходим к результату, когда ожидаемое максимальное отклонение детали от ее формы оказывается в пределах допуска.

Надо отметить, что эти условия являются округленными в худшую сторону, то есть результат является достаточным для обеспечения необходимой точности формы детали, но является явно избыточным. В ходе дальнейших исследований предполагается уточнить как условия задачи исследования жесткости детали, так и алгоритм поиска решения для уменьшения избыточности результата и приближения к минимально необходимому.

Библиографический список

1. Краснокутский, И. И. Развитие методов автоматизации проектирования компоновок специальных сварочных приспособлений / Краснокутский И. И., Панов А. Ю. // Вестник машиностроения. 2024. Т. 103. № 7 С. 584-591
2. Leuschel R. Toleranzmanagement in der Produktentwicklung am Beispiel der KarosserieimAutomobilbau // TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, 2011 https://tubaf.qucosa.de/landing-page/?tx_dlf[id]=https%3A%2F%2Ftubaf.qucosa.de%2Fapi%2Fqucosa%253A22765%2Fmets (датаобращения 15.01.2025)
3. Вашуков, Ю.А. Сборочно-сварочные приспособления. – 2021
4. Лямин, Я.В. Основы проектирования сборочно-сварочных приспособлений : учеб. пособие. – Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2012. – 148 с
5. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке. Л.:Машиностроение,1971. 728 с.
6. Степанский, Л.Г. Расчеты процессов обработки металлов давлением. М.:Машиностроение, 1979. 215 с.
7. Чумадин, А. С. Моделирование и управление явлением упругой отдачи, возникающей в процессе одноперехoдной формовки-вытяжки детали типа днище / Чумадин А. С., Батурин Д. А. //Наука и Образование. МГТУ им. Н.Э. Баумана. Электрон. журн. 2014. № 9. С. 106–118.

УДК 658.511

БАЕВСКИЙ А.А., МАЛАФЕЕВ Е.А.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ГК «ИНСТРУМЕНТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Машиностроение – самая разнообразная отрасль по отраслевой структуре, включающая свыше 70 отраслей и выпускающая более 3 млн разновидностей изделий. Российское машиностроительное предприятие, полное наименование – Группа компаний «Инструмент». Приоритетное направление деятельности ГК «Инструмент» сегодня – разработка и производство станков и технологической оснастки в рамках импортозамещения. 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 «неправильной механической обработки», 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.

Для приоритетного числа риска установлена критическая граница (ПЧРгр) 125. Максимальное значение, достигнутое при анализе исследуемого процесса «неправильной механической обработки»- 180, следовательно, необходимо провести доработку процесса.

Приняты меры по улучшению процесса «неправильной механической обработки» такие как:

1) создать четкую документацию выполнения процессов и стандартов для обеспечения последовательности и минимизации ошибок;
2) внедрить методологию PDCA (Plan-Do-Check-Act) для систематического подхода к улучшениям.

По результатам повторного FMEA-анализа после внедрения мер по устранению несоответствий видно, что мероприятия положительно повлияли на работу процесса и не один показатель не превысил критическую границу ПЧР.

1. ГК "Инструмент" Нижний Новгород: [Электронный ресурс]. URL:http://www.instrument52.ru/ (Дата обращения 20.02.2025).

УДК 658.7

НОВИКОВА А.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОДХОДА МТА ТЕОРИИ ОГРАНИЧЕНИЯ СИСТЕМ В УПРАВЛЕНИИ ЗАПАСАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

МТА – производство для обеспечения наличия – это новый тип производственной среды, созданный подходом и механизмами Теории ограничений. Цель этой новой среды – обеспечить высокий уровень наличия готовой продукции на складе [1]. Многие предприятия сталкиваются с проблемой управления запасами. В частности, она заключается в хранении излишка материалов или в их недостатке для обеспечения производства продукции, что

приводит к нежелательным финансовым потерям или утрате клиентов соответственно. Однако конкретно для этой проблемы недостаточно использовать базовый подход МТА.

Предлагаемая система пополнения запасов использует подход МТА, дополненный понятиями в запасах, актуальными для данной проблемы, а именно: запасы в пути, запасы на руках, запасы в заказе. Под запасами «в пути» следует понимать те запасы, которые заказаны на пополнение и в данный момент уже поставляются на склад; под запасами «на руках» –запасы, которые находятся на складе и ещё не распределены на выполнение того или иного заказа; запасы «в заказе» – запасы, которые уже распределены на выполнение какого-либо заказа и находятся либо ещё на складе, либо уже в производстве. Таким образом, можно предложить следующую схему пополнения запасов (рис. 1).

Систематически контролируется уровень запасов номенклатурных позиций (НП) во всех звеньях процесса управления запасами: в пути, на руках, в заказе. Общий объем запасов представляет уровень буфера. Он сравнивается с размером буфера – целевым уровнем запасов.

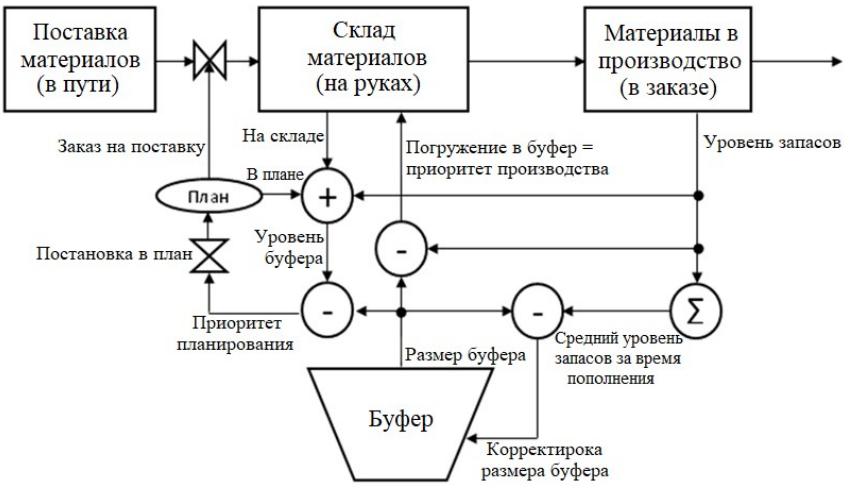


Рис. 1. Схема пополнения запасов

На основе сравнения формируется приоритет планирования – последовательность постановки материалов в план поставки. Пока они в плане, их легче переставлять местами в зависимости от тенденции опустошения буфера и объемов потребления других НП, конкурирующих за общие ресурсы (материалы или мощности).

Если приоритет производства высок и если есть возможность, можно менять последовательность обработки НП в производстве. Это полезно, если за время планирования поставок произошел «всплеск продаж» и буфер резко опустел. Дополнительно контролируется средний уровень запасов на складе за некоторый период. По результатам производится корректировка размера буфера (целевого уровня).

Использование МТА позволяет: снижать уровень запасов на складе за счет более частого пополнения; настраивать систему пополнения запасов на изменяющийся спрос, учитывать его изменения, однако использовать его возможно лишь в условиях стабильного спроса [2]. В ином случае организовать управление запасами является трудной задачей.

Библиографический список

1. Коуэн, О. Основы Теории Ограничений: учебное пособие / Коуэн О., Федурко Е. – Эстония : TOC Strategic Solutions, 2012. – 350 с.

2. Смирнова, Е. А. Модели и методы управления цепями поставок / Смирнова Е. А., Зуев А. В.// Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Экономика. 2022. № 2. С. 95–100.

УДК 55.22.19

ПОДУЗДИКОВ Р.Ю., РЯБИКИНА Т.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ НА ОСНОВЕ КОМПОЗИЦИЙ «ЭКОМЕТ» НА КОРРОЗИОННУЮ СТОЙКОСТЬ ДЕТАЛЕЙ СТАНОЧНЫХ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ

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

В машиностроении детали обрабатываются на металлорежущих станках с применением смазочно-охлаждающих технологических сред (СОТС). Однако, содержащиеся в СОТС химически активные вещества способны вызывать активную коррозию материалов технологической оснастки. Для защиты приспособлений и увеличения срока их эксплуатации применяются различные способы нанесения защитных покрытия, антикоррозионные материалы и тщательная организация технического обслуживания, включая регулярные осмотры и своевременный ремонт. Из существующих способов антикоррозионной защиты материалов, особенно перспективными оказываются методы оксидирования и чернения [1]. Их отличает простота обработки поверхностей под покрытие, скорость нанесения, безопасность и эффективность получаемых защитных слоев.

В рамках реализации политики импортозамещения и в связи с прекращением поставок зарубежных компонентов для химического оксидирования, на производственной площадке одного из предприятий внедрен и апробирован технологический процесс холодного химического оксидирования с использованием отечественных композиций «ЭКОМЕТ» [2].

В работе представлены результаты экспериментов коррозионных испытаний образцов выполненных по ГОСТ Р 9.907-2023.

Анализ полученных результатов показал, что различие в массе удаленной коррозии между образцами незначительное, что свидетельствует о равномерном распределении защитного покрытия; полученные значения массы удаленной коррозии находятся в допустимых пределах, что подтверждает эффективность примененного покрытия; применение композиций «ЭКОМЕТ» обеспечивает существенное увеличение срока службы технологической оснастки - с 2 до 15 лет.

По результатам испытаний сделан вывод, что химическое оксидирование с применением композиций «ЭКОМЕТ» в холодных растворах обеспечивает комплексную защиту оборудования, сохраняет коррозионную стойкость, позволяет экономить электроэнергию за счет отсутствия нагрева, исключает риск химических и термических ожогов на производстве, а также увеличивает срок службы технологической оснастки в 7,5 раз. Проведенные испытания подтвердили высокую эффективность новой технологии, обеспечивающей надежную защиту станочных приспособлений от коррозии и значительное продление их эксплуатационного ресурса.

Библиографический список

1. Румянцева, К. Е. Антикоррозионная защита металлов: учебное пособие / К. Е. Румянцева. — Иваново: ИГХТУ, 2018. — 185 с.— Текст: электронный// Лань: электронно-библиотечная система. — URL: https://e.lanbook.com/book/127521 (дата обращения: 10.11.2024).

2. Подуздиков Р.Ю., Рябикина Т.В. Разработка технологии нанесения коррозионностойкого покрытия на основе композиции «ЭКОМЕТ» // Наука молодых: сборник статей по материалам XVII Всероссийской научно-практической конференции / Электрон. дан. – Н. Новгород: Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева, 2024. – С.32-36.

УДК 621.793

ПЬЯНЗИН А.М., АНОСОВ М.С., АНОСОВА Е.С., ПОДУВАЛЬЦЕВ А.А.

УПРОЧНЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ АДДИТИВНОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОМ ВЫРАЩИВАНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Аддитивные технологии, а именно 3D-печать металлами, интенсивно развиваются последние два десятилетия. Каждый из способов имеет свои недостатки: низкую точность изготавливаемых изделий (напр. WAAM), дороговизну металлического порошка (SLS, LENS, EBM, PTA), а также затраты на создание электронного пучка и вакуума (EBM, EBF3, PTA). При этом следует отметить, что до настоящего времени перечисленные методы применяются исключительно в узкоспециализированных высокотехнологичных производствах при изготовлении единичных деталей или небольших партий ввиду высокой стоимости оборудования, ограниченной номенклатуры материалов. Наиболее близко к применению в серийном производстве стоит метод электродуговой наплавки заготовок. Значительное расширение области применения 3D-печати электродуговой наплавкой происходит за счет применения при печати различных по сочетанию проволок, а также легирования наплавочного материала для обеспечения уникальных физико-механических характеристик материалов.

Создание устройств для многокомпонентной печати, а также разработка составов уникальных градиентных материалов является целью комплексного исследования в рамках проекта, реализуемого на базе Института промышленных технологи машиностроения НГТУ. В ходе проведенных ранее исследований [1,2] установлено, что при использовании технологии аддитивного электродугового выращивания заготовок материалов с легированием сварочной ванны удается добиться существенного повышения механических свойств конструкционных материалов из группы – алюминиевые, нержавеющие сплавы, а также сплавы типа 09Г2С. Определение основного состава легирующих элементов будет произведено на основе квантово-механических расчетов пределов прочности и упругости систем с наночастицами по границам зерен на основе железа и алюминия.

Исследования, касающиеся процесса 3D-печати заготовок электродуговой наплавкой, будут проводиться на разработанном для этих целей экспериментальном стенде. Стенд состоит из следующих элементов:

1 − трехкоординатный станок с ЧПУ;

2 − широкополосный датчик АЭ / акселерометр (для контроля процесса структурообразования сплавов и устойчивости процесса наплавки);

3 − ПК с системой беспроводного доступа к облачному сервису (для анализа с использованием специального программного обеспечения);

4 − датчики силы тока и напряжения (для оценки режима наплавки);

5 − АЦП/ЦАП;6 − система ЧПУ; 7 − сварочный полуавтомат; 8 − облачный сервис;

9 − баллоны с защитным газом (для создания защитной атмосферы),

10 - дополнительный баллон с защитным газом (для подвода порошков);

11 - бункер с нанопорошками;

12 - порошковый насос с нейромофным регулятором;

13 - смеситель печатающей головки.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-19-00534, https://rscf.ru/project/25-19-00534/

Библиографический список

1. Получение хладостойких металлов наномодифицированием при 3d-печати электродуговой наплавкой с использованием квантово-механического и нейросетевого моде-

лирования. Кабалдин Ю.Г., Аносов М.С., Шатагин Д.А., Колчин П.В.Вестник машиностроения. 2022. № 9. С. 75-80.
2. Кабалдин, Ю.Г Повышение механических свойств алюминиевого сплава АМГ5, полученного аддитивным выращиванием, за счет его модифицирования / Кабалдин Ю.Г., Аносов М.С., Высоколов В.В., Перова С.А // Упрочняющие технологии и покрытия. 2024. Т. 20. № 7 (235). С. 295-298.

УДК 658.5

РОГОВИК А.А.

НАХОЖДЕНИЕ ДЛИН ДЕТАЛЕЙ ТИПА ТЕЛА-ВРАЩЕНИЯ НА ЧЕРТЕЖАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛИ YOLOv5

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В наши дни нейронные сети получили широкое распространение во многих областях человеческой деятельности. Их активно применяют в медицине, образовательной деятельности, в финансовой среде, дизайне. Не стала исключением и машиностроительная область, где их уже применяют для контроля состояния оборудования, оптимизации производства и выполнения рутинных задач и т.п. Но стоит отметить, что на данный момент не все перспективы и возможности их применения в машиностроительной области раскрыты.

В данной статье описана работа модели для обнаружения объектов на изображениях и видео на основе нейронной сети YOLOv5 с чертежами деталей типа тел вращения, а именно обнаружения длин деталей на них.

YOLOv5 – это одна из версий модели YOLO (You Only Look Once) для распознавания объектов в реальном времени. Её основная особенность - это очень высокая скорость обработки информации и высокая точность обнаружения объектов.

Для обучения данной модели был подготовлен набор данных, состоящий из 500 изображения в формате JPEG. В данном случае изображения это чертежи деталей типа тел вращения. Далее данный набор данных (Data set) был разделен на две части в соотношение 80 и 20 %. 80 % – это изображения для тренировки модели в процессе ее обучения и 20 % – это проверочная часть, на которой модель будет отрабатывать полученные веса во время эпох обучения. Далее все эти изображения были в ручную размечены, то есть, с помощью специального программного обеспечения для каждого чертежа была определена и выделена область нахождения объекта.

Далее было произведено обучение модели. Исходные данные для обучения: разрешение изображения 960, шаг 16, количество эпох обучения 30.

В итоге была получена модель со следующими характеристиками:

- P - 0.741 (процент правильно найденных объектов в проверочном наборе данных);
- R - 0.783 (способность модели находить каждый определяемый класс);
- mAP50 - 0.794 (средняя точность при 50% пороге IoU (пересечение по объединению);
- mAP50 - 95 - 0.418 (средняя точность, усредненная по порогам IoU от 50% до 95%).

Данные результаты являются весьма высокими для модели по обнаружению объектов на изображениях. Таким образом, можно сказать, что данная модель может быть использована для обнаружения длин деталей типа тела-вращения на чертежах.

Библиографическийсписок

1. Mohammed Sharafath Abdul Hameed, Andreas Schwung (2023) Graph neural networks-based scheduler for production planning problems using reinforcement learning. Journal of Manufacturing Systems, no. 9, pp. 91-102.

2. Alireza Pooya, Amin Mansoori, Mohammad Eshaghnezhad, Shila Monazam Ebrahimpour (2021) Neural Network for a Novel Disturbance Optimal Control Model for Inventory and Production Planning in a Four-Echelon Supply Chain with Reverse Logistic. Neural Processing Letters, no. 53, pp. 4549-4570.

УДК 621.895

САВИНА Т.А., ГОНЧАРОВА К.М., АНОСОВ М.С., МИХАЙЛОВ А.М.

ПРОБЛЕМАТИКА ИЗГОТОВЛЕНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СОЖ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

После ухода зарубежных компаний с российского рынка отечественная промышленность столкнулась с дефицитом не только оборудования, но и вспомогательных компонентов, включая смазочно-охлаждающие жидкости (СОЖ), доля импорта которых ранее была значительной. Особенно заметна зависимость от компонентов, таких как биоциды и эмульгаторы, поставляемые преимущественно из Китая и Турции [2].

Исторически в СССР производство СОЖ опиралось на отечественные ресурсы и научные разработки, однако после распада страны технологическая база оказалась разрушена. До 2022 года на рынке доминировали зарубежные бренды (Henkel, ВЕСНЕМ, Blaser), но санкции и рост цен активизировали развитие отечественных аналогов [1].

Российский рынок делится на водосмешиваемые и масляные СОЖ. Первые популярны из-за цены, несмотря на неудобство в применении. Однако ключевая проблема — короткий срок службы: отечественные СОЖ работают не более двух недель против 2–3 лет у зарубежных аналогов. Это связано с отсутствием качественных биоцидов и высоким пенообразованием отечественных эмульгаторов, что снижает эффективность в условиях высокоскоростной обработки [2].

Тем не менее, наблюдаются позитивные сдвиги. Компании запускают производство новых рецептур, применяя фосфоэфиры и гликоли, повышающие ресурс материала на 70–80% [3]. Начаты пилотные проекты по синтезу компонентов (например, в ПАО «СИБУР») [4], разрабатывается новый ГОСТ. Государственные программы («Промышленность 4.0») стимулируют модернизацию, совмещая советские подходы с цифровыми методами [4].

Проблемами остаются кадровый дефицит и нехватка узкоспециализированных программ в вузах. Однако технопарки и университетские центры становятся площадками для инноваций. Для восстановления полного технологического суверенитета потребуется системная интеграция науки, образования и промышленности.

Библиографический список

1. Копытин, Н. Текущая ситуация на российском рынке СОЖ / Н. Копытин // Специализированный журнал по оборудованию, оснастке, комплектующим, инструменту «РИТМ Машиностроения». - Изд-во ООО «Промедиа», 2024.
2. Импортозамещение СОЖ. // Официальный сайт компании «ТЕХНОЛЮБ».
3. Кармакова, М. Кто вхож на рынок СОЖ / М. Кармакова // Федеральный журнал «Промышленные страницы». – Изд-то ООО «ПромоГруппМедиа», 2022.
4. Данные пресс-службы ПАО «СИБУР Холдинг». 2024.

УДК 623.7

САВИНОВА К.С., БАЕВСКИЙ А.А.

РАЗРАБОТКА И ОБОСНОВАНИЕ КОМПЛЕКСА МЕРОПРИЯТИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ВЫПУСКАЕМОЙ ПРОДУКЦИИ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «НИЖЕГОРОДСКИЙ ЗАВОД 70-ЛЕТИЯ ПОБЕДЫ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Машиностроение – наиболее важная отрасль промышленности, обеспечивающая инновационное развитие предприятий народного хозяйства. Отрасль промышленности, специализирующаяся на создании, производстве и обслуживании разнообразных машин и устройств. В рамках этой отрасли осуществляется проектирование и конструирование, а также разрабатываются технологии производства, эксплуатация и ремонт оборудования.

АО «Нижегородский завод 70-летия Победы» – это предприятие оборонно-промышленного комплекса России, специализирующееся на производстве и обслуживании зенитных ракетных систем. Задача завода – выпуск перспективных вооружений и военной техники, обеспечивающих выполнение Государственного оборонного заказа и государственной программы вооружения.

Была рассмотрена среда организации АО «Нижегородский завод 70-летия Победы» и действующие на нее факторы, а также процесс анализа актов брака продукции. Для анализа отказов изделий применялись статистические методы: контрольная карта Шухарта, диаграмма Парето, диаграмма Исикавы. Из анализа Парето было выявлено, что самым главным несоответствием за рассмотренный период стал «материал», из-за чего предприятие понесло убытки. А также по статистике было видно, что вторым фактором причин было «технологии». Был применен статистический инструмент управления качеством как FMEA-анализ. По результатам FMEA-анализа процесса производства продукции завода были сделаны следующие выводы: максимальное значение ПЧР имеет дефект «Материал», равный 160, который произошел по причине «Закупка некачественного материала от поставщика; нарушение условий хранения». Большое значение показателя ПЧР указывает на то, что данный тип дефекта является наиболее серьезным и приводит к увеличению количества бракованных изделий. Были предложены и далее проанализированные на эффективность корректирующие мероприятия:

– Проводить качественные аудиты складских помещений. Установить системы мониторинга контроля климата, датчики протечек.

– Проводить проверку сроков годности и состояния материалов на складе, чтобы не допускать испорченный материал в производство.

– Проводить качественный отбор поставщиков материала, ввести в практику проведение аудита организации-поставщика

– Разработать и внедрить мероприятия по повышению квалификации рабочих

– Разработать и внедрить комплексную систему своевременного и качественного технического обслуживания и ремонта.

– Ввести систему наставничества для новых работников.

– Разработать четкую структуру актов брака, научив сотрудников БТК правильно классифицировать дефект и заполнять акты. Перейти на электронный формат, с автоматическим сохранением в базу данных.

1. Официальный сайт НЗСЛП [Электронный ресурс] // Нижегородский завод сварочных материалов и полуавтоматов. – URL: https://www.nzslp.ru/ (дата обращения: 05.10.2023).

УДК 658.511

ТИХОМИРОВА А.В., БАЕВСКИЙ А.А.,

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА «ЗАКУПКИ» НА АО ПКО "ТЕПЛООБМЕННИК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Авиационная промышленность – одна из ключевых отраслей мировой экономики, которая играет важную роль в обеспечении транспортной инфраструктуры, обороноспособности стран и технологического развития. Отрасль объединяет производство летательных аппаратов, двигателей, авионики, а также предоставляет техническое обслуживание и ремонт.

В исследовании рассмотрено российское Акционерное общество Производственно-конструкторское объединение «Теплообменник». Приоритетное направление деятельности АО ПКО «Теплообменник» сегодня — разработка и производство высокотехнологичных теплообменных систем, которые критически важны для работы авиационной техники: авиационные двигатели, системы кондиционирования и вентиляции, гидравлические системы.

В работе проведен анализ стабильности процесса «Закупки» с помощью контрольных карт Шухарта по количеству несоответствий за 5 лет. Все точки находятся в пределах границ, явных трендов или паттернов не наблюдается. Значит, процесс закупок статистически стабилен и его можно улучшать.

Выполнен анализ процесса с помощью инструмента управления качеством диаграммы Парето (рис. 1). Несмотря на стабильность общего качества закупаемой продукции, диаграмма Парето показала, что из всех причин отказов изделий «дефект поставщика» занимает 3 место (22%) и имеет большую долю в отказах продукции. Также выявлено, что в 2023 и 2024 годах был скачок в отказах по вине поставщиков.

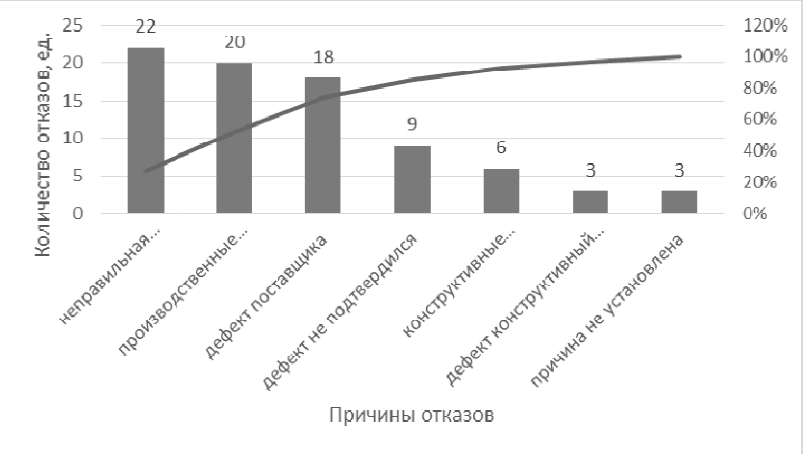


Рис. 1. Диаграмма Парето причин отказов изделий

Далее используется ранжирование поставщиков и ABC-анализ по количеству несоответствий. Выявлена причина резкого скачка отказов – расширение базы новых поставщиков. Поставщики классифицированы по категориям, выявлены самые критические поставщики категории А.

Приняты следующие меры по улучшению процесса «Закупки», перечисленные далее.

1. Ввести дифференцированный контроль поставщиков: для категории А и В – 100% входной контроль, включая лабораторные испытания; для категории С – выборочный контроль; для новых поставщиков – обязательный предконтрактный аудит.
2. Внедрить KPI для поставщиков.
3. Цифровизировать процесс: создать базу данных поставщиков с автоматическим расчетом рейтинга на основе % брака, соблюдения сроков, результатов аудитов.
4. Провести аудит проблемных поставщиков.

Реализованные мероприятия позволили снизить зависимость от ненадежных поставщиков и повысить прозрачность процесса закупок.

Библиографический список

1. АО ПКО "ТЕПЛООБМЕННИК" Нижний Новгород: [Электронный ресурс]. URL: https://www.teploobmennik.ru/ (Дата обращения 05.03.2025).
2. СТО 07511614.82.389-2018 Стандарт организации. Система менеджмента качества.
3. СТО 07511614.74.262-2016 Стандарт организации. Система менеджмента качества. Входной контроль покупных комплектующих изделий.

УДК 621.039

УШАКОВА И.О., БАЕВСКИЙ А.А.

АНАЛИЗ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АТОМНОЙ СТАНЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Атомная энергетика – передовая отрасль, которая занимается производством тепловой и электрической энергии путём преобразования ядерной энергии. В настоящее время является важным элементом глобальной энергетической системы, предоставляя значительную часть электроэнергии с минимальным количеством выбросов углекислого газа в окружающую среду. Ядерная энергетика является наиболее чистым и бесперебойным источником электроэнергии.

Российское предприятие атомной промышленности, Полное наименование Филиал АО «Концерн Росэнергоатом «Ленинградская атомная станция» [1]. Приоритетное направление деятельности Ленинградской атомной станции сегодня – обеспечение надежной и безопасной генерации электроэнергии, а также модернизация и продление срока службы существующих реакторов. Рассмотрены процессы и выявлены наиболее значимые и существенные факторы, влияющих на повышение времени выполнения работ. Проведён анализ Парето таких процессов. Диаграмма Парето – это гистограмма (столбиковая диаграмма), на которой различные факторы располагаются в порядке убывания слева направо и строится соответствующая кумулятивная кривая («кривая Лоренца»), позволяющая проанализировать относительный вклад каждого из этих факторов в порождаемые ими последствия. Этот инструмент позволяет распределять усилия для разрешения возникающих проблем и выявлять причины, с которых нужно начинать оптимизацию. Основной принцип «80% следствий проистекает из 20% причин», которую можно сформулировать и наоборот: «20% причин дают 80% следствий». При помощи диаграммы Парето выявляются именно эти 20% причин, порождающих большую часть последствий – 80% [2].

Из анализа следует, что в 80% случаев предприятие несет убытки в процессе допуска бригад по дозиметрическому наряду на место выполнения работ ввиду следующих факторов: «удаленность рабочего места оперативного персонала», «выполнение оперативным персоналом прочих должностных обязанностей», «использование дополнительных средств индивидуальной защиты» и «накопление физической усталости», остальные факторы, 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.

Для приоритетного числа риска установлена критическая граница (ПЧРгр) 125. Максимальное значение, достигнутое при анализе исследуемой проблемы «удаленность рабочего места оперативного персонала» 210, «выполнение оперативным персоналом прочих должно-

стных обязанностей» 140, «использование дополнительных средств индивидуальной защиты» 140 и «накопление физической усталости» 125, следовательно, необходимо провести доработку процесса.

Приняты меры по улучшению процесса допуска бригад по дозиметрическому наряду на место выполнения работ, такие как внедрение специализированного программного обеспечения, которое позволит существенно сократить время допуска бригад.

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. Росэнергоатом [Электронныйресурс].URL:http://www.rosenergoatom.ru/ (Дата обращения 15.02.2025).
2. Кортов, С. В. Средства и методы управления качеством: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности «Управление качеством» / С.В. Кортов, В.В. Шушерин, А.С. Зеткин; под общ. ред. С.В. Кортов. – Екатеринбург: ГОУ ВПО УГТУ – УПИ, 2006. – 202 с.

УДК 50.10.35

ШЕРГИН В.В., КОЖЕВЯТКИНА М.А, СЫЧЕВ К.С., ГАЙНОВ С.И., ГУСЬКОВ А.А.

ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ FDM-ПЕЧАТНЫХ ABS-ФОРМ ДЛЯ ЛИТЬЯ ПОЛИУРЕТАНОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

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

Современное производство требует эффективных решений для быстрого прототипирования и мелкосерийного выпуска изделий. Одним из перспективных направлений является использование FDM-печатных ABS-форм для литья полиуретановых деталей. Поскольку полиуретан обладает высокой эластичностью, износостойкостью и устойчивостью к агрессивным средам, то широко применяется в различных отраслях промышленности [1]. Однако, процесс его литья в 3D-печатные формы имеет ряд технологических особенностей.

В рамках работы проведены три эксперимента по литью полиуретановых деталей с использованием форм, изготовленных методом FDM-печати из ABS-пластика. На первом этапе выполнено проектирование 3D-модели пыльника в КОМПАС 3D с учетом системы литников и точек заливки. После печати формы обрабатывались ацетоном для улучшения качества поверхности и покрывались восковым разделителем «Вс-М» (рис. 1).

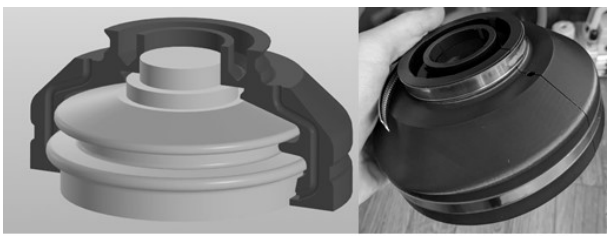


Рис. 1. 3D модель и готовый прототип литьевой формы



Рис. 2. Опытный образец отливки на третьем этапе
(*различимы пузыри газообразования при полимеризации отливки)*

В первом эксперименте с полиуретаном «Силагерм 6070» выявлена проблема хрупкости детали из-за недостаточного полного смешивания компонент. Второй опыт с материалом «FOLICAST» показал неполное заполнение формы из-за отсутствия литника перелива, что привело к образованию воздушных пузырей. Третий эксперимент подтвердил возможность получения качественных отливок (рис. 2), однако наблюдались мелкие пузырьки (размером от 1 до 5 мм) из-за отсутствия предварительного вакуумирования литьевого состава.

По результатам проведенных экспериментов сформированы рекомендации по совершенствованию процесса литья в ABS-формы:

1) необходимость тщательного перемешивания компонент полиуретанового литьевого состава;

2) использование вакуумирования для удаления воздуха из литьевого состава перед заливкой в форму;

3) добавление резервуаров компенсации усадки в конструкцию литьевой формы.

Следует отметить, что несмотря на некоторые ограничения и простоту, технология FDM-печати ABS-форм для литья полиуретана является перспективной для мелкосерийного производства изделий и применима при самостоятельном изготовлении деталей несложной формы.

1.Полиуретан — что это за материал: свойства, характеристики и применение: URL: https://tkspro.ru/blog/poliuretan/?ysclid=m8niszbc9t944678565

Подсекция 3.2

Автоматизация в машиностроении

УДК 681.5:007.52

ФИРОВ А.П., КВАРТАЛОВ А.Р., ЗОЛОТОВ А.В.

РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ УЧАСТКА УПАКОВКИ С ПРИМЕНЕНИЕМ КОЛЛАБОРАТИВНЫХ РОБОТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях современного производства, характеризующегося высокой конкуренцией и стремлением к повышению эффективности, автоматизация процессов становится ключевым фактором успеха. Одним из наиболее перспективных направлений в этом контексте является применение коллаборативных роботов (коботов), которые способны взаимодействовать с людьми в общем рабочем пространстве, что делает их особенно привлекательными для задач, требующих гибкости и адаптивности. Введение коботов в производственные процессы позволяет не только повысить производительность, но и улучшить условия труда, снизить количество ошибок.

Участок упаковки является одним из критических этапов в производственном цикле, требующим высокой точности и скорости выполнения операций. Автоматизация этого участка с использованием коботов может значительно оптимизировать процесс, обеспечивая стабильную работу на рассматриваемом участке. Однако для успешной интеграции коботов необходимо разработать эффективную имитационную модель, которая позволит оценивать влияние изменений в процессе и оптимизировать параметры работы.

Основной целью исследования является создание имитационной модели, которая позволит оценить эффективность внедрения коллаборативных роботов на участке упаковки. Для достижения этой цели были решены следующие задачи:

- анализ текущего состояния участка упаковки;
- определение требований к имитационной модели;
- создание имитационной модели с использованием специализированного программного обеспеченияAnyLogic;
- проведение экспериментов и анализ результатов.

Текущее состояние участка упаковки выглядит так: готовая продукция с леера поступает на конвейер, где бригада упаковщиков перекладывают изделия в картонные коробки. После того, как продукция упакована в коробку, она пропускается по проклейщику гофрокороба и устанавливается на деревянный поддон, затем формируется готовый паллет со стандартным количеством изделий. На текущем этапе участок упаковки функционирует с использованием ручного труда.

Проанализировав данную систему, было рассмотрено несколько вариантов автоматизации процесса упаковки изделий и паллетирования картонных коробок, отличительной чертой которых является количество и место расположения коллаборативных роботов. Для каждого варианта была построена имитационная модель с заданными параметрами.

После проведения эксперимента были выявлены следующие результаты: 1) снижение времени цикла, 2) повышение производительности.

В заключении можно сказать, что разработка имитационной модели для автоматизации участка упаковки с применением коллаборативных роботов позволяет оценить потенциальные преимущества и выявить возможные проблемы на этапе проектирования. Результаты исследования показывают, что внедрение коллаборативных роботов может значительно повысить эффективность и гибкость производственного процесса.

Библиографический список

1. Куприяшкин, А.Г. Основы моделирования систем [Текст]: учеб. пособие / А.Г. Куприяшкин; Норильский индустр. ин-т. – Норильск: НИИ, 2015. – 135 с.
2. The AnyLogic Company. AnyLogic 8.9.4. [Электронныйресурс] // The AnyLogic Company. – URL: https://www.anylogic.ru

УДК 621.3

КУЗНЕЦОВ Р.М.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА АВТОМАТИЧЕСКОЙ КАЛИБРОВКИ МНОГОСТУПЕНЧАТЫХ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ УСКОРИТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка высокоэффективных линейных ускорителей важна, внедрение и применение ускорителей может упростить и удешевить многие технологические процессы промышленности. Также, при достижении определенных, пока не достигнутых, показателей ускорителей, возможно их применение в военной технике для разгона носителей боевых частей.

Применение одноступенчатых ускорителей нецелесообразно в связи с малой эффективностью. Использование более одной ступени ускорения требует применения систем синхронизации запуска ступеней. Простейший вариант реализации – использование оптических датчиков положения снаряда. Электрическая схема при этом крайне проста и надежна, но реализация такого варианта целесообразна только при единичном производстве и при малом количестве ступеней ускорителя из-за высоких трудозатрат при наладке; автоматизация процесса наладки оптических систем синхронизации невозможна в связи со сложностью процесса. Поэтому был разработан алгоритм автоматической калибровки и управления ускорителя путем его компьютеризации.

Алгоритм основан на последовательном нахождении наилучших времён активации ступеней от второй (первая ступень не нуждается в калибровке) до последней. Поиск наилучшего времени срабатывания производится как поиск экстремума (максимума) функции прироста скорости снаряда от переменной времени. Математически это реализовано численными методами дихотомии и золотого сечения. Для наладки алгоритма на компьютере был создан цифровой двойник физической модели ускорителя с рядом пренебрежений. Цифровой двойник для работы требует математический аппарат – функцию прироста скорости от времени, а так же ряд служебных функций для упрощения вычислений. На практике вместо вычисления функции производится ускорение снаряда и получение его скорости путем измерения оптическим хронографом.

Разработанный алгоритм был успешно испытан в программе на языке программирования python, состоящей из цифрового двойника ускорителя, самого алгоритма и дополнительных экспериментальных модулей для отладки алгоритма. Результат выводится в большую таблицу, а краткий отчет в окно консоли (рис. 1).

Успешные испытания алгоритма в программе позволяют начать проектирование и строительство многоступенчатого прототипа ускорителя с возможностью автоматической калибровки и самодиагностики. Появление такой технологии позволит легко и дешево производить подобные ускорители. Погрешность производства будет компенсироваться алгоритмом при первой калибровке на простейшем стенде в автоматическом режиме. В случае изменения характеристик ускорителя (например, при экстенсивном умощнении или старении) потребуется просто запустить повторный цикл автоматической калибровки.

Минимальная аппаратная часть (рис. 2) состоит из: блока управления (Б.У.), блоков ступеней (Б.С.1 .. Б.С.n), оптического хронографа (Хрон.), блока питания (Б.П.).

```
ПРОГОН ЗАВЕРШЕН 27.04.2025 г. 17:08:50
выстрелов произведено 136
время калибровки 637.8 секунд, то есть 0 ч 10 мин 37 сек
затраченная энергия, Дж = 95521.31924999972
```

Рис. 1. Отчет (снимок экрана окна консоли) о завершении калибровки 28-ступенчатого ускорителя.

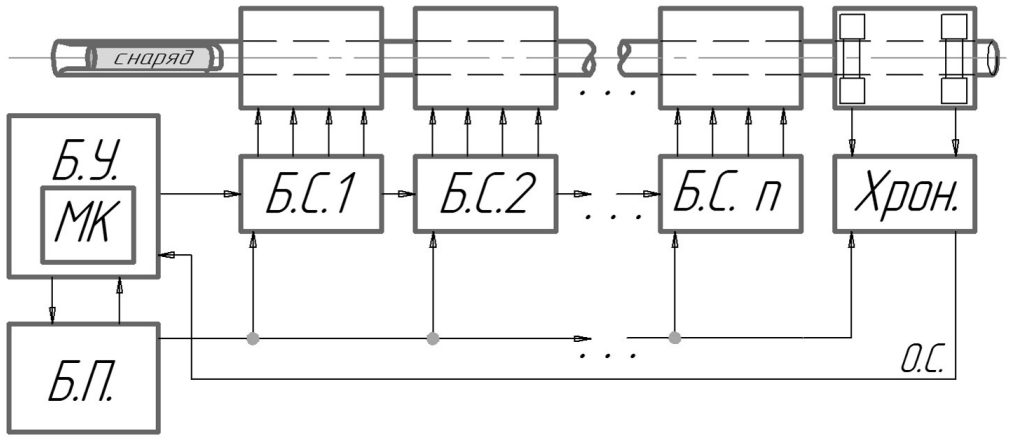


Рис. 2. Структурная схема ускорителя

УДК 004.896

КУЗНЕЦОВА К.А., ВОРОНИН К.А.,ЗОЛОТОВ А.В., ФЕДОСОВА Л.О.

СТРАТЕГИЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАЗМЕЩЕНИЯ КАМЕРЫ ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В современном мире роботизация становится передовым решением производственных процессов (Индустрия 4.0), где робототехнические системы всё чаще оснащаются интеллектуальными устройствами на базе искусственного интеллекта (ИИ). Это позволяет расширить спектр выполняемых ими задач, таких как дефектоскопия, оптимизация транспортировки и упаковки и многие другие.

В производственные процессы коллаборативные роботы (коботы) активно внедряются благодаря сочетанию высокой производительности и безопасного взаимодействия с человеком. Для повышения функциональности и адаптивности таких машин ключевым решением становится оснащение интеллектуальными устройствами, такими как системы технического зрения. При этом центральным вопросом при интеграции таких устройств остается выбор их размещения — статичного или динамичного, что напрямую влияет на эффективность выполнения задач.

Статичное расположение камеры технического зрения предполагает её фиксацию на отдельном кронштейне или стационарной стойке, независимо от движений коллаборативного робота. Основное преимущество такого типа — стабильный обзор, исключающий искажения из-за вибраций или перемещений манипулятора, что обеспечивает высокую точность детекции объектов. Дополнительными достоинствами такого подхода являются простота калибровки аппаратного комплекса и широкий угол обзора рабочей сцены. Однако статичное расположение устройства ограничивает адаптивность системы ввиду сложности синхронизации работы камеры с движением рабочего органа.

Динамичное расположение камеры подразумевает её интеграцию с рабочим органом коллаборативного робота, что обеспечивает синхронное перемещение с манипулятором в пределах всей рабочей зоны. Ключевым преимуществом является возможность детального анализа объектов за счёт приближения к ним камеры посредством манипулятора. При использовании данного метода можно легко адаптироваться к изменениям в рабочей среде, требующим разного угла обзора. Однако из-за движения камеры появляется риски искажения изображения. Помимо этого такой способ требует значительных вычислительных ресурсов для обработки потока данных, вследствие чего увеличивается стоимость оборудования. Наглядное представление основных особенностей двух рассмотренных методов размещения камеры продемонстрировано на рис. 1.



а) ***б)***

Рис.1. Типы размещения камеры на коллаборативном роботе:
а) динамичное расположение; б) статичное расположение

Оптимальный выбор между статичным и динамичным расположением камеры зависит от специфики производственных задач. Статичное положение интеллектуального устройства применяется чаще всего в операциях, требующих стабильного обзора обширного пространства, а именно мониторинг сборочных линий, контроль безопасности, обнаружение объектов в фиксированных координатах. Преимущественно она подходит для монотонных задач в неизменных условиях среды за счет её устойчивости к вибрациям и простоте обслуживания. Динамичное размещение целесообразно для задач, где необходимо обеспечить высокую точность детализации локальных зон: адаптивная паллетизация, дефектоскопия сложных поверхностей. Несмотря

на высокие требования к вычислительным ресурсам и сложность калибровки, этот метод обеспечивает гибкость в условиях неструктурированных или быстро меняющихся процессов.

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. Сырямкин, В.И. Информационные устройства и системы в робототехнике и мехатронике : учебное пособие / В. И. Сырямкин. — Томск : ТГУ, 2016. — 524 с.
4. Дьяконов А.В. Интеллектуальные системы технического зрения: учебное пособие / Дьяконов А.В., Круглов В.В.. — М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. — 240 с.

УДК 371.38

ЛАПШИН А.А., МАЛОВ Д.С., МАЙОРОВ А.В., МЕДВЕДИЦИНА Н.В., СМИРНОВ А.О., ТУШКАНОВ П.С., ХАРИТОНОВ С.В.

МЕТОД ПРАКТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ДИАГНОСТИКА И НАДЕЖНОСТЬ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях развития технологий возрастает потребность в высококвалифицированных специалистах, способных обеспечивать надежную и безопасную работу оборудования. Инженерная подготовка требует не только теоретических знаний, но и практических навыков.

В данной статье рассматривается частичная модернизация образовательного курса “Диагностика и надежность”. В процессе модернизации были пересмотрена лабораторная работа, ее структура и содержание.

За основу лабораторной работы была взята станция перекачки масла. Задача установки - при достижении определенной температуры начать перекачку масла из первого резервуара во второй. В качестве блока управления выступает микроконтроллер ARDUINO MEGA. Работу насоса, симулирует шаговый двигатель. Контролирует температуру термопара. Схема предлагаемой системы показана на рис.1.

Студентам предлагается проанализировать систему. Для выявления неисправностей необходимы навыки программирования микроконтроллеров, а также знания работы различных устройств.

Также была добавлена практическая задача. Необходимо прозвонить провода, при условии, что разрыв произошел в середине линии. Студентам предоставляется лабораторный стенд, а задание задумано таким образом, чтобы способствовать развитию логики, а также формировать умение работать в команде. Помимо этого, было добавлено ещё несколько практических заданий, представляющих собой небольшие загадки.

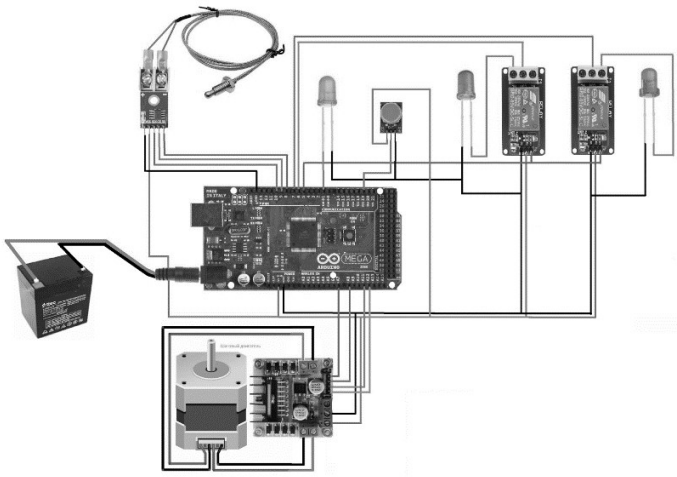


Рис.1. Схема предлагаемой системы

По итогу переработки курса было разработано методическое пособие. Нововведения позволят разбавить сухую теорию, применить навыки коммуникации и логики, а также знания из смежных дисциплин. Подобный пересмотр образовательных курсов позволит студентам конкурировать на рынке труда, а студентам старших курсов - возможность поделиться своим опытом и получить опыт как преподавателя и методиста.

1. Абасов, З. Высшее образование в России. – Москва: Московский Политехнический Университет, 2007. - № 10. - С. 81-84

УДК 004.89

ЛИСИН М.С.

СОЗДАНИЕ ОБУЧАЮЩЕЙ БАЗЫ СИНТЕТИЧЕСКИХ B-СКАНОВ ОКТ ДЛЯ ЗАДАЧИ СЕГМЕНТАЦИИ ПАТОЛОГИЙ ГЛАЗНОГО ДНА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Современная медицина активно интегрирует искусственный интеллект (ИИ) для улучшения диагностики, лечения и прогнозирования заболеваний. Технологии машинного обучения и компьютерного зрения позволяют анализировать огромные массивы медицинских данных с высокой точностью, выявляя патологии на ранних стадиях и снижая нагрузку на врачей. Данные технологии находят применение в различных сферах медицины, в том числе в офтальмологии [1], где анализ изображений глазного дна и сетчатки играет ключевую роль в диагностике таких заболеваний, как диабетическая ретинопатия, глаукома и возрастная макулярная дегенерация [2].

Внедрение алгоритмов глубокого обучения в офтальмологическую практику открывает новые возможности для скрининга населения, персонализированного лечения и телемедицины. Применение данных алгоритмов позволяет не только ускорить обработку медицинских изображений, но и повысить точность постановки диагноза.

Одним из ограничений использования алгоритмов ИИ является недостаток качественных и разнообразных обучающих данных. Для эффективного обучения нейросетевых моделей необ-

ходимы большие аннотированные наборы изображений, включающие различные стадии заболеваний, этническое разнообразие пациентов и учет возможных артефактов. Однако сбор и разметка таких данных требуют значительных временных и финансовых затрат, а также участия высококвалифицированных офтальмологов. Кроме того, существующие датасеты часто несбалансированы, что может приводить к смещению алгоритмов и снижению их обобщающей способности при работе с реальными клиническими случаями.

Решение этой проблемы возможно за счет применения методов синтетической генерации данных. Одним из перспективных подходов к решению этой проблемы выступают генеративно-состязательные сети (GAN), которые активно применяются в различных задачах благодаря возможности генерации высококачественных синтетических изображений [3].

Модель GAN позволит генерировать B-сканы ОКТ на основе входящей макси признака (рис. 1). Ключевым патологическим маркером, выбранным для генерации синтетических томографических срезов, выступает субретинальная жидкость. Такой подход позволяет модели научиться воспроизводить структурные особенности ОКТ-изображений на основе заданных морфологических изменений.

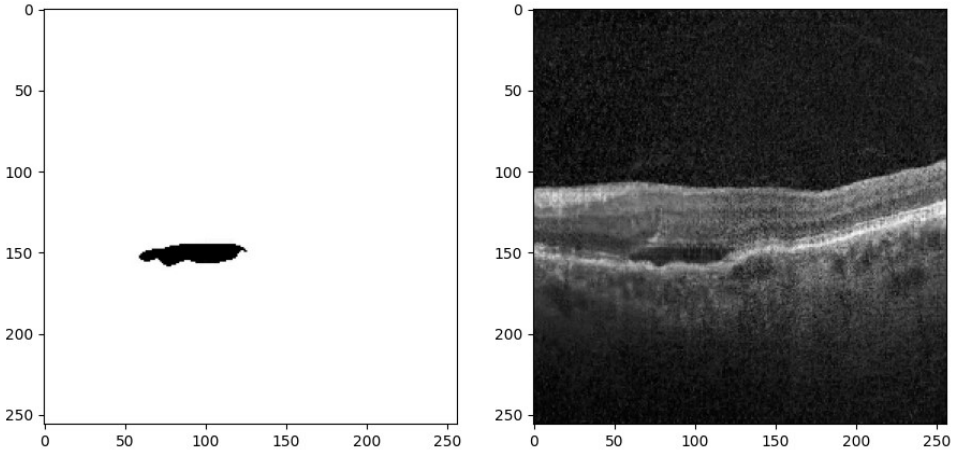


Рис. 1. Пример генерации B-скана ОКТ на основе маски признака

Применение генеративно-состязательных сетей (GAN) позволит создавать синтетические датасеты, состоящие из пар «маска признака – B-скан ОКТ», что решает ключевую проблему недостатка аннотированных медицинских данных для обучения моделей сегментации. Такой подход обеспечивает генерацию реалистичных B-сканов ОКТ с точно известными параметрами патологий (например, субретинальной жидкости), что особенно ценно для редких или сложных случаев. Искусственно расширенные датасеты позволяют улучшать обобщающую способность алгоритмов, повышать точность сегментации и компенсировать дисбаланс классов в реальных клинических данных.

Библиографический список

1. Каталевская, Е.А. Перспективы использования искусственного интеллекта в диагностике и лечении заболеваний сетчатки / Каталевская Е.А., Каталевский Д.Ю., Тюриков М.И., Велиева И.А., Большунов А.В. // Клиническая офтальмология. 2022;22(1):36-43. DOI: 10.32364/2311-7729-2022-22-1-36-43.

2. Ивахненко, О.И. Возрастная макулярная дегенерация и диабетическое поражение глаз / Ивахненко О.И., Нероев В.В., Зайцева О.В. // 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. Chen, Yizhou & Yang, Xu-Hua & Wei, Zihan & Heidari, Ali Asghar & Zheng, Nenggan & Li, Zhi-Cheng & Chen, Huiling & Hu, Haigen & Zhou, Qianwei & Guan, Qiu. (2022). Generative Adversarial Networks in Medical Image augmentation: A review. Computers in Biology and Medicine. 144. 105382. 10.1016/j.compbiomed.2022.105382.

УДК62-5

ЛУКОЯНОВ А.В.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ И КОНТАКТНОЙ МИКРОСВАРКИ: НОВЫЕ ГОРИЗОНТЫ МИКРОЭЛЕКТРОННОГО ПРОИЗВОДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная микроэлектронная промышленность стоит на пороге технологической революции, вызванной необходимостью перехода к принципиально новым подходам в области микросварочных технологий. Бурное развитие таких направлений, как интернет вещей, носимые устройства и медицинская электроника, предъявляет беспрецедентные требования к точности и надежности соединения микрокомпонентов. В этих условиях традиционные методы подбора параметров сварки, основанные на эмпирическом опыте операторов, демонстрируют свою принципиальную несостоятельность.

Особенно остро проблема проявляется при работе с современными материалами - от традиционных медных и алюминиевых сплавов до инновационных полимерных композитов и гибридных структур. Каждый из этих материалов требует индивидуального подхода к выбору параметров сварки: амплитуды ультразвуковых колебаний, прижимного усилия, времени воздействия и температурного режима. При этом даже незначительные отклонения от оптимальных значений могут привести к образованию скрытых дефектов, существенно снижающих надежность конечного изделия.

Ключевой проблемой традиционных подходов является их неспособность адаптироваться к изменяющимся условиям производственного процесса. Такие факторы, как естественный износ инструмента, колебания влажности и температуры в производственном помещении, микровариации свойств и качеств исходных материалов — все это создает непреодолимые препятствия для стабильного обеспечения высокого качества соединений.

На этом фоне интеллектуальные системы, основанные на технологиях искусственного интеллекта и машинного обучения, открывают принципиально новые возможности. В области ультразвуковой микросварки такие системы позволяют не только динамически оптимизировать частотные и амплитудные характеристики колебаний в реальном времени, но и с высокой точностью прогнозировать образование нежелательных интерметаллических фаз, которые могут существенно ухудшить эксплуатационные характеристики соединения. Что касается контактной микросварки, то здесь интеллектуальные системы обеспечивают непрерывную автоматическую коррекцию давления и сварочного тока, минимизируя термические деформации и компенсируя естественный износ электродов. Особого внимания заслуживает технология цифровых двойников, позволяющая с высокой точностью моделировать сварочные процессы еще до их физической реализации на производственной линии.

Перспективы развития этого направления тесно связаны с интеграцией интеллектуальных систем микросварки в концепцию Industry 4.0, где технологии предиктивного обслуживания и промышленного интернета вещей становятся новым стандартом производства. Эти перспективные разработки открывают совершенно новые возможности для создания следующего поколения микроэлектронных устройств с беспрецедентными характеристиками надежности, миниатюризации и функциональности, что в конечном итоге определит лицо электронной промышленности на десятилетия вперед.

УДК 004.896

НОВОСЕЛОВ А.А., ЗОЛОТОВ А.В., ШАКИН Д.А.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ДАННЫХ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АНАЛИЗА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ADAS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С развитием технологий автономного управления транспортными средствами ключевым фактором для разработок становится безопасность дорожного движения. Одним из таких факторов является обеспечение безопасности пешеходов. Данная статья посвящена разработке системы мониторинга и визуализации данных для проведения анализа автоматизированных испытаний систем помощи водителю ADAS (AdvancedDriverAssistanceSystems) [1].

Описываемая система предназначена для мониторинга и визуализации работы установки для имитации уязвимых участников дорожного движения в ходе автоматизированных испытаний. Установка разработана на базе контроллера ОВЕН ПЛК210 [2], а в качестве элемента для визуализации и управления используется сенсорная панель оператора ОВЕН СП310 [2].

Разработанная система выполняет ряд функций, необходимых для проведения анализа испытаний:

- архивация данных, полученных в ходе испытаний;
- формирование отчетов;
- визуализация процесса испытаний на панели оператора.

Все вышеописанные задачи реализованы в программной среде CODESYSV3.5[2]. Данные, которые необходимо контролировать (скорость пешехода, расстояние до остановки, время), сохраняются на устройстве и в дальнейшем могут быть переведены в необходимый табличный формат (XLS, CSV) для формирования отчета. Разработанный экран для визуализации включает себя схематичное изображение установки, все необходимые элементы управления, а также отображает все необходимые метрики в реальном времени (рис. 1).

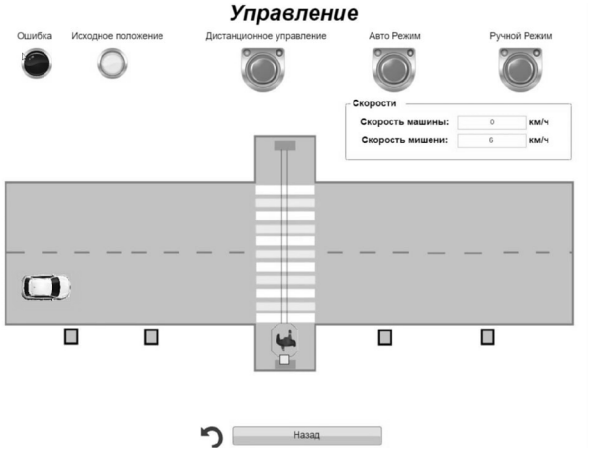


Рис.1. Экран визуализации системы

В заключении можно сказать, что разработка системы мониторинга и визуализации позволяет проводить анализ работы установки для имитации уязвимых участников дорожного движения, что, в свою очередь, повышает точность и эффективность автоматизированных испытаний систем помощи водителю.

Библиографический список

1. Туманов, А.А. Концептуальная модель системы автоматизированного моделирования пешеходов для тестирования беспилотных транспортных средств и систем ADAS / Туманов А.А., Золотов А.В., Сизов А.Ю. // Серия конференций IOP: Материаловедение и инженерная механика. – 2021. – Т. 1086. – С. 012010. – doi:10.1088/1757-899X/1086/1/012010
2. ОВЕН. [Электронный ресурс] // URL: https://owen.ru/

УДК 621

ПОНОМАРЁВА Е.А.

АВТОМАТИЗАЦИЯ РАБОТЫ С БАЗАМИ ДАННЫХ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНЫХ ЗАДАЧ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ MICROSOFT ACCESS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании сложных инженерных объектов инженеры часто сталкиваются с огромными базами данных. В процессе работы возникает необходимость заполнять и редактировать данные, что может быть достаточно трудоемким процессом.

В Microsoft Access встроен язык макрокоманд. С помощью макрокоманд возможно:

- связывание и совместный запуск запросов и отчетов;
- одновременное открытие/закрытие нескольких форм и/или отчетов;
- контроль ввода данных;
- перемещение данных между таблицами;
- реализация различных условий;
- создание базовых циклических команд и др.

Иногда стандартных команд на языке макрокоманд не хватает, тогда необходимо использовать возможность написания собственных макросов на языке Visual Basic for Applications (VBA). Этот язык позволяет автоматизировать практически любую операцию, доступную в приложении и базах данных Access, основанную на фундаментальных понятиях: объект, свойства, события и методы (Object, Property, Event and Methods). Например, автоматизация ввода данных, компоновка данных, работа с данными без открытия форм, автоматизация других приложений из Access.

Важно отметить, что Microsoft Access позволяет использовать как язык макрокоманд, так и возможность написания собственных макросов на языке Visual Basic for Applications (VBA) одновременно.

Была реализована программа по автоматизации задания завода-изготовителя низковольтного комплектного устройства на предприятии ООО «Атомэнергопроект».

Алгоритм работы программы

1. Импортирование внутреннего технического задания (ВТЗ) из формата xlsx в программу Microsoft Access.
2. По типу привода, полученного в ВТЗ, происходит автоматическое заполнение номинального и пускового тока.
3. По типу привода и пусковому току происходит автоматический выбор типа блока и ав-

томатического выключателя.

4. По типу автоматического выключателя происходит автоматический выбор контактора.

Внедрение данной программы по автоматизации базы данных для задания завода-изготовителя низковольтного комплектного устройства поможет сократить сроки подготовки выпускаемого комплекта документации на низковольтные комплектные устройства и уменьшить количество рутинных задач проектировщиков.

Библиографический список

1. Автоматизация Microsoft Access с помощью VBA.: Пер. с англ. — М. :Издательский дом “Вильямс”, 2006. — 416 с.

2. ГОСТ Р 51321.1

УДК 621.762

ПЬЯНЗИН А.М., АНОСОВ М.С., ЛАЙША А.К.

ВОСТРЕБОВАННОСТЬ СИСТЕМ СБОРА ДАННЫХ В АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных аддитивных технологиях объём и разнообразие оперативных данных существенно возрастают за счёт интеграции многоканальных сенсорных систем и цифровых коммуникаций в фотополимерной печати (SLA/DLP), послойном наплавлении (FDM), лазерном спекании порошков (LPBF) и технологии наплавки проволоки с дуговым источником (WAAM) [1]. Ручные методы регистрации и последующей обработки этой информации уже не обеспечивают требуемую скорость отклика и точность анализа, что делает необходимым создание автоматизированных систем сбора и структурирования данных [2][3].

Основными задачами подобных систем являются синхронизация поступающих сигналов от многообразных сенсоров (температурных, акустических, оптических), предварительная обработка «сырых» данных на периферии (edge computing) и их агрегирование в унифицированные структуры для последующего хранения и анализа [4][5]. Так, архитектуры на базе AI-Edge обеспечивают горячую фильтрацию и сжатие тепловых видеопотоков в реальном времени [2], а IoT-платформы позволяют организовать бесперебойный сбор телеметрии с производственных участков и передачу её в централизованные хранилища предприятий [3].

Автоматизированное структурирование данных предоставляет следующие преимущества: оперативное изменение подачи и температуры сопла в FDM, неравномерности плавления в LPBF и нестабильности дугового наплавления в WAAM [1]; применение методов машинного обучения для прогнозирования дефектов и планирования технического обслуживания [5]; а также сокращение времени разработки новых материалов и конфигураций изделий за счёт быстрого доступа к чистым структурированным наборам данных [6].

Интеграция систем сбора и структурирования в единую цифровую экосистему машиностроительного предприятия осуществляется через принятие стандартов обмена данными, цифровые двойники для обеспечения прослеживаемости записей технологических циклов [2]. Открытые и аннотированные наборы данных, формируемые исследователями и промышленными партнёрами, становятся ключевым ресурсом для развития углублённой аналитики и интеллектуальных систем поддержки принятия решений [6].

Перспективными направлениями развития остаются семантическое описание метаданных аддитивных процессов, единство форматов хранения и обмена данными, а также масштабируемая инфраструктура для гибридных технологий печати. Эффективная автоматизация сбора и структурирования данных является критическим условием перехода к автономным бездефектным аддитивным производственным системам и «Умному производству» в целом [1].

Библиографический список

1. CHEN L., BI G., YAO X. и др. In-situ process monitoring and adaptive quality enhancement in laser additive manufacturing: a critical review [Электрон. ресурс] // arXiv preprint. 2024. Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2404.13673 (Дата обращения: 25.04.2025).
2. ZHUW., LIH., ZHANGY. и др. In-situ monitoring additive manufacturing process with AI edge computing [Электрон. ресурс] // arXiv preprint. 2023. Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2301.00554 (Дата обращения: 25.04.2025).
3. SUKHORUKOV A., GUPTA R., NORDMANN J. Data Acquisition Using IoT Sensors for Smart Manufacturing Domain [Электрон. ресурс] // ResearchGate. 2020. Режим доступа: https://www.researchgate.net/publication/353276700_Data_Acquisition_Using_IoT_Sensors_for_Smart_Manufacturing_Domain (Дата обращения: 25.04.2025).
4. KATSIGIANNIS M., PANTELIDAKIS M., MYKONIATIS K., PURDY G.A. Current monitoring for a fused filament fabrication additive manufacturing process using an Internet of Things system // Manufacturing Letters. 2023. Vol. 35. P. 933–939.
5. SCHMIDT P., DRUSCHITZ A.S. Machine learning in additive manufacturing: a comprehensive insight // Additive Manufacturing. 2024. Vol. 72. P. 101–116.
6. LIU X., MILEO A., SMEATON A.F. A systematic review of available datasets in additive manufacturing [Электрон. ресурс] // arXiv preprint. 2024. Режим доступа: https://arxiv.org/abs/2401.15448 (Дата обращения: 25.04.2025).

УДК 681.51

СМИРНОВ К.А., КВАРТАЛОВ А.Р., ФЕДОСОВА Л.О.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫМ СТЕНДОМ НА БАЗЕ ПЛК ОВЕН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня наглядность и простота при обучении студентов является ключом к быстрому и качественному усвоению ими информации. Данный подход отлично закрепляет знания у обучающегося, что впоследствии приятно скажется при его трудоустройстве.

Область АСУ ТП представляет собой обширный комплекс решений вопросов автоматизации, и поэтому, в рамках бакалаврского обучения, необходимо сделать как знакомство с этой темой, так и дальнейшее изучение наиболее интерактивным и удобным. Решением является совместно разработанный сотрудниками НГТУ и БК-студия в научно-технологической лаборатории «автоматизированная система управления объектами атомного машиностроения», созданной в рамках программы

Передовой инженерной школы, реконфигурируемый стенд со специальными управляющими устройствами на базе ПЛК ОВЕН 210. Особенностью данного стенда является его гибкость и открытость для установки различных датчиков, что позволяет учащимся уже при выполнении курса лабораторных работ ознакомиться с обширным перечнем инженерных решений, что не будет минусом при дальнейшем трудоустройстве. Конструкция стенда содержит

два блока управления – это отличная возможность для отработки различных архитектур. Контроллеры могут одновременно находиться в состоянииMaster, Slave или Master-Slaveсогласно протоколу Modbus. Также стоит отметить модульную структуру стенда – студенты смогут собрать и отработать различные производственные сценарии перед тем, как применять их на практике. Например, смоделировать систему с резервированием, используя один из блоков управления как резервный и переключать на него контроль при имитировании ошибки на основном блоке. Для обеспечения отображения процесса работы, а также для интерактивного и удобного выполнения заданий, в стенд вмонтирована СП-300 с разработанным специально под нее интерфейсом.

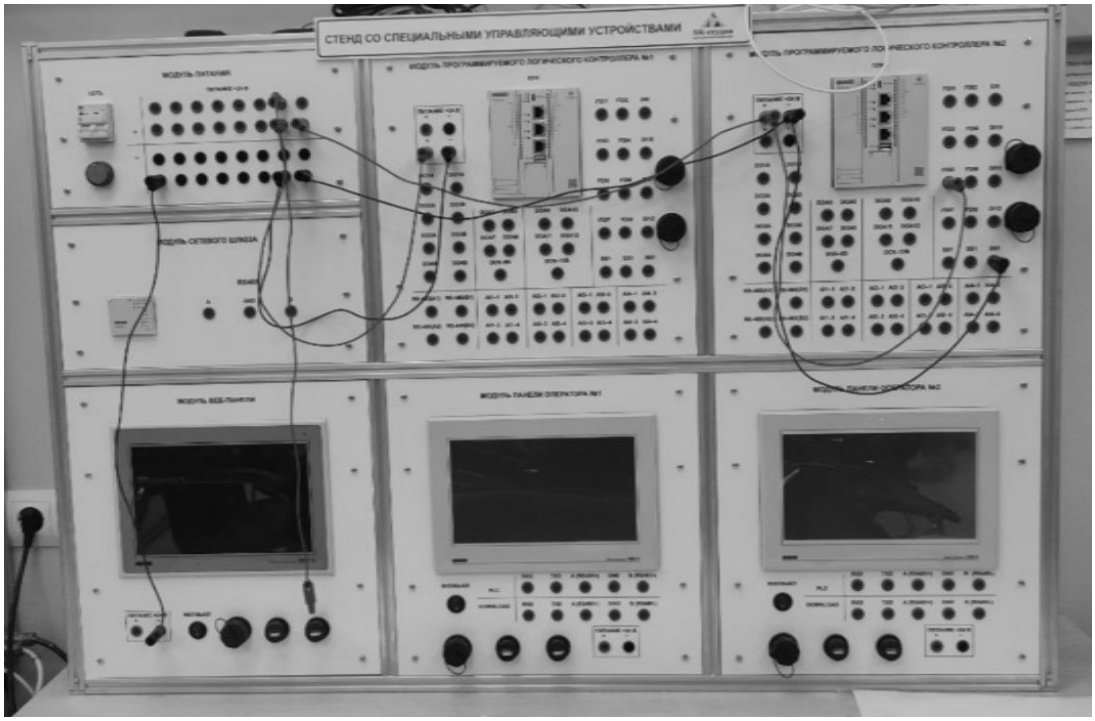


Рис. 1. Стенд со специальными управляющими устройствами

В ходе выполнения разработанного курса лабораторных работ, учащиеся познакомятся с архитектурой контроллера ОВЕН 210, протоколами связи и различными датчиками. Студенты научатся писать программы на языках стандарта IEC 61131-3 (LD, FBD, ST) в программе CODESYS 3.5, считывать значения через средства визуализации стенда в виде СП-300 и принимать решения на основе выведенных показателей, создавать алгоритмы работы и моделировать системы с резервированием одного из управляющих устройств.

Библиографический список

1. ОВЕН ПЛК210. Описание. Технические характеристики. Руководство пользователя. – Текст : электронный // ОВЕН Оборудование для автоматизации : [сайт]. – 2025. – URL: https://owen.ru/product/plk210 (дата обращения : 25.04.2025).
2. CODESYSV3. Программное обеспечение, устройства связи. – Текст : электронный // ОВЕН Оборудование для автоматизации : [сайт]. – 2025. – URL: https://owen.ru/product/codesys_v3/libraries(дата обращения : 25.04.2025).

УДК 62-529

АВВАКУМОВА С.О.,ЛАЙША А.К., ФЕДОСОВА Л.О.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ЛИНИИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Механическая обработка применяется в различных сферах производства. В её состав входит не только внешняя шлифовка, но и другие процессы, такие как: фрезеровка, сверление, обточка, расточка, зенкование, цекование. Благодаря различным методам обработки, производства получают возможность производить детали и продукцию заданными точности и качества, не опираюсь исключительно на литьё и штамповку.

В связи с быстрым прогрессированием методологии производства, повышения спроса и вариабильностью рынка, возникает потребность в организации гибкого производства для реализации повышенного количества номенклатуры. Использование точечного оборудования, предназначенное для выполнения только одного вида операции, становится не целесообразным, в виду того, что при определении новой номенклатуры, время обработки остаётся не вариабильным, из-за чего и возникают как повышенная загруженность, так и простои на отдельных участках. Так же это негативно сказывается на экономической составляющей производства - на каждую единицу оборудования требуется специалист. Эту проблему решает частичная или полная автоматизация линии, а также это повысит конкурентоспособность в виду быстрой приспосабливаемости производства к изменению рынка.

Целью данной работы является автоматизации линии обработки вилок переключения передач для предприятия ООО «Нижегородские моторы». На данный момент, линия обработки вилки состоит из 9 позиций производственного оборудования и 14 этапов механической обработки. Все станки являются или ручными, или полуавтоматами.

Для решения задачи автоматизации была изучена техническая документация и карты обработки заготовки, проведён анализ текущей линии обработки, выявлены типичные варианты внедрения автоматизации для процесса изготовления детали. Было выявлено оптимальное решение с высоким инвестированием, но быстрой окупаемостью. Было решено заменить старое оборудование на обрабатывающие центры с ЧПУ, а также внедрить промышленного робота для установки и снятия заготовки. Проведена работа по подбору необходимого оборудования, на котором можно было бы выполнить все операции обработки, согласно технологической карте-детали. Проведена проверка гибкости автоматизированной линии, которая показала, что на данной линии может обрабатываться широкая номенклатура изделий (5) с подбором необходимого приспособления. Обработанная деталь является комплектующей для сборки коробки передач, соответственно по завершению всех процессов, вилки складируются в поддоны и доставляются на линию сборки. Таким образом девять позиций производственного оборудования сократились до трёх идентичных. В виду этого, увеличивается производительность и уменьшается простой оборудования, так как все операции выполняются последовательно, без затрат времени на установку и снятие. Также уменьшаются затраты на персонал, так как его количество сокращается с девяти человек до одного.

Внедрение автоматизированных линий – это крайне дорогая инвестиция производства, но её окупаемость достигается в течение первых трёх лет эксплуатации оборудования.

Сделаем вывод, что при автоматизации производственной линии решается ряд целевых проблем. Повышается производительность, снижаются затраты производства, повышается качество изготовленных деталей, а также появляется гибкость производства, способствующая повышению конкурентоспособности предприятия в условиях изменения рынка.

Библиографический список

1. Норенков, И. П., Автоматизированное проектирование // Москва – 2000. Серия учебных пособий – 52-90 с.
2. Иванов, А.А., Основы робототехники // НИЦ ИНФРА-М – 2023. Учебное пособие – 223 с.

УДК 004.896

БИРЮКОВА Е.В., КАШНИКОВ Д.А., ЗОЛОТОВ А.В.

РАЗРАБОТКА МИШЕНИ ПЕШЕХОДА ДЛЯ ТЕСТИРОВАНИЯ СИСТЕМ ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях интенсивного развития автономных транспортных средств особую значимость приобретает вопрос обеспечения безопасности пешеходов. Согласно данным мировой статистики, доля наездов на пешеходов в общем количестве дорожно-транспортных происшествий продолжает оставаться высоким показателем, что обуславливает необходимость совершенствования методов испытаний систем активной безопасности [1]. Статья посвящена разработке антропоморфной мишени для комплексной оценки эффективности систем помощи водителю (ADAS - Advanced Driver Assistance Systems), включая системы автоматического экстренного торможения (AEB - Autonomous Emergency Braking) и предупреждения о столкновении (FCW - Forward Collision Warning) [2].

Разработанная мишень представляет собой автоматизированный макет пешехода, соответствующей требованиям международного стандарта ISO 19206-2:2018 по антропометрическим параметрам. Конструкция обеспечивает точное воспроизведение кинематики пешехода с регулируемыми параметрами движения: скорость перемещения до 8 км/ч, угол положения рук, скорость вращения ног макета. Для изготовления элементов конструкции применен вспененный ударопоглощающий полиэтилен, а внешнее покрытие выполнено из износостойкого материала плотностью 600 den.

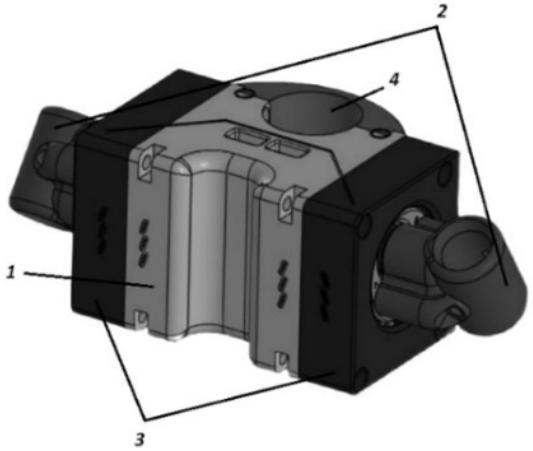


Рис. 1. 3D модель сборки механизма привода ног:
1 – основной корпус, 2 – ответные кронштейны крепления ног, 3 – торцевые крышки корпуса, 4 – зажимная, фиксирующая корпус, крышка

Механическая платформа мишени включает модульную систему привода конечностей, разработанную в CAD-системе Компас-3D v21 [3]. Приводная система основана на сервомоторах RDS3225 с магнитными креплениями, обеспечивающими быстросъемную конструкцию. Общий вид модели механизма представлен на рис. 1.

Электронная система управления построена на базе микроконтроллера Arduino nano. Питание осуществляется от литий-полимерного аккумулятора емкостью 5000 mAh. Для дистанционного управления используется радиомодуль NRF24L01+ с дальностью действия до 300 м. Интеграция с испытательным стендом реализована через интерфейс RS-485 с поддержкой протокола Modbus RTU. Внутренняя коммуникация компонентов организована по интерфейсу SPI. Общая схема передачи сигналов управления представлена на рис. 2.

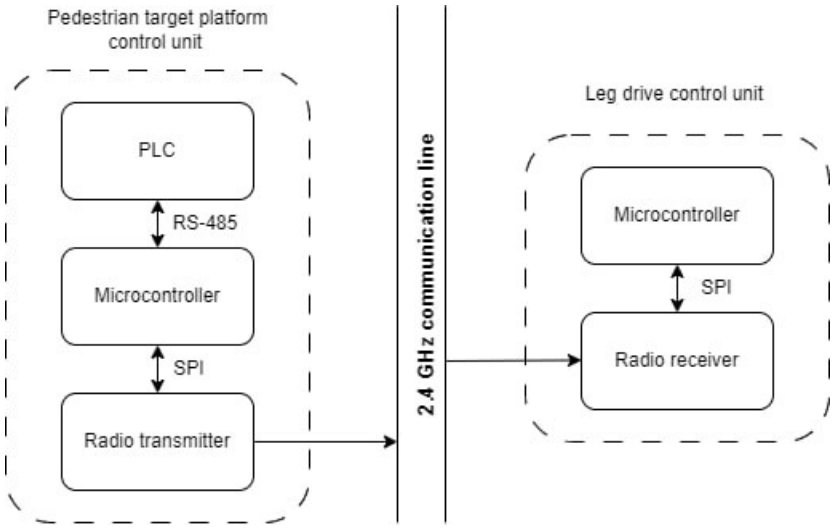


Рис. 2. Схема передачи данных между блоками управления платфомой и приводом ног

Перспективы развития проекта включают: расширение антропометрической линейки (велосипедисты, мотоциклисты), реализацию системы подвижности головы, интеграцию датчиков силы удара.

Применение разработанной мишени позволяет существенно повысить достоверность испытаний систем ADAS. Дальнейшее развитие проекта направлено на создание унифицированной платформы для сертификационных испытаний автономных транспортных средств.

Библиографический список

1. Официальный сайт Всемирной организации здравоохранения. – Текст: электронный. – URL: https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/road-traffic-injuries.

2. Туманов А.А., Золотов А.В., Сизов А.Ю. Концептуальная модель системы автоматизированного моделирования пешеходов для тестирования беспилотных транспортных средств и систем ADAS // Серия конференций IOP: Материаловедение и инженерная механика. – 2021. – Т. 1086. – С. 012010. – doi:10.1088/1757-899X/1086/1/012010

3. АСКОН. Компас-3D v21. [Электронный ресурс] // АСКОН. – URL: https://kompas.ru/kompas-3d/v21/

УДК 658.5

БОБЫЛЕВ Д.Н.

РЕАЛИЗАЦИЯ «БЕСШОВНОЙ» ИНТЕГРАЦИИ СИСТЕМ «1С:УПО» И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРОЕКТАМИ В ЧАСТИ ОТПРАВКИ ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ ОКБМ

Акционерное общество «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И.И. Африкантова» г. Нижний Новгород

АО «ОКБМ Африкантов» – крупный научно-производственный центр атомного машиностроения. Предприятие имеет развитую инфраструктуру с полным производственно-технологическим циклом: от проектирования, изготовления и испытания до комплектной поставки заказчику и обеспечения сервисного сопровождения в течение всего периода эксплуатации реакторных установок высокой надежности.

АО «ОКБМ Африкантов» – проектно-ориентированная организация, применяющая проектное управление в качестве одного из основных подходов к управлению собственной деятельностью.

Без компонента информационной системы трудно представить современное управление проектами и проектно-ориентированной организацией. Это связано с требованием эффективности процессов, достигаемой технологическим обеспечением корпоративной системы управления предприятием.

В целях реализации процесса контроля и анализа исполнения производственных программ ОКБМ и планов производства, а также для оперативного предоставления информации в ООО "Росатом Машиностроение" о выполнении контрактных обязательств по ключевым проектам было принято решение о цифровизации данного процесса. Для реализации выбрана внутренняя система управления предприятием «1С:УПО» (далее – 1С).

До оптимизации процесс выглядел следующим образом:

Сотрудники отдела производственного планирования в системе 1С формировали соответствующий отчет и выгружали данные в Excel, вручную создавали итоговую версию, утверждали ее у руководства, сканировали и отправляли в ООО "Росатом Машиностроение" вместе с Excel-файлом. Этот процесс включал в себя множество лишних движений и согласований на различных уровнях управления.

На первом этапе мы сосредоточились на создании объектной модели данных. Это позволило нам разработать структуру данных, которая отражает бизнес-логику и протекающие процессы.

Было разработано техническое задание, определен перечень доработок существующих объектов 1С и необходимость создания нового электронного документа, проанализирована концепция реализации «бесшовной» передачи данных средствами 1С.

На втором этапе был разработан документ годовой производственной программы в 1С и реализована загрузка данных в документ из существующего отчета с необходимыми проверками корректности данных. Разработанный механизм позволил автоматизировать процесс загрузки данных, что значительно упростило работу сотрудников.

На этом этапе был разработан функционал для переноса данных табличной части документа в файл формата ".CSV" и последующей «бесшовной» передачей файла в ООО "Росатом Машиностроение".

В результате этих изменений удалось исключить ручное заполнение и создание таблиц, а также сократить количество лишних движений и согласований. Теперь все процессы, включая

утверждение и отправку документов, происходят внутри системы 1С, что значительно повысило эффективность и сократило время обработки данных.

УДК 005.932

ГАСЕНИНА Д.Е.

РЕАЛИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ «1С:УПО» МОДУЛЯ «РАСЧЕТ ЦЕНЫ РАСХОДНОГО ДОГОВОРА»

Акционерное общество «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И.И. Африкантова» г. Нижний Новгород

АО «ОКБМ Африкантов» – проектно-ориентированная организация, применяющая проектное управление в качестве одного из основных подходов к управлению собственной деятельностью. На стадии инициации и планирования расходных и доходных договоров одним из этапов является проведение проверки цены контрагента на выполняемые работы. Для повышения качества проверки цены контрагента было принято решение о переводе процесса в единое информационное пространство. Для реализации выбрана внутренняя система управления предприятием «1С:УПО» (далее – 1С).

Исходный процесс протекал следующим образом: ведущий инженер проекта инициирует процесс проверки служебным письмом с комплектом документов от контрагента в подразделение цен через систему внутреннего документооборота.

В большинстве случаев данных от контрагента для экспертизы недостаточно, о чем ведущему инженеру проекта сообщается в ответном служебном письме с просьбой дополнительного запроса документов у контрагента, что затягивает процесс проведения экспертизы на несколько дней.

После получения необходимых для экспертизы материалов повторным служебным письмом осуществляется поиск данных в системе 1С о контрагенте, лимитах проекта, аналогичных работах по ранее заключенным договорам и т.д. Далее данные из системы и представленных документов контрагента транслируются в редактор электронных таблиц для удобства расчетов заявленных, принятых и отклоненных затрат, где осуществляется анализ по статьям затрат, а итоги собираются в заключение.

Для отправки заключения через внутренний документооборот из электронной таблицы оно экспортируется в текстовый документ, который получает ведущий инженер проекта.

Данные о планово-экономических показателях для расчета цены работ по каждому контрагенту заносятся в созданную для дальнейших экспертиз электронную таблицу вручную после каждой проверки цены.

Внедрение и разработка нового функционала проходило в три этапа.

На первом этапе было разработано, а также согласовано со всеми участниками процесса техническое решение, описывающее автоматизацию процесса проверки цены контрагента.

На втором этапе был создан новый документ «Расчет цены расходного договора» автоматизирующий процесс проверки цены контрагента. Ведущий инженер проекта создает документ «Расчет цены доходного договора», в котором выбирает из системы необходимые сведения, прикрепляет документы от контрагента и отправляет документ на согласование.

Ответственный сотрудник подразделения цен после получения данных может вернуть исполнителю документ для дополнения недостающими для анализа цены документами (с указанием их перечня).

В документе проводится анализ цены: вносятся затраты по статьям, показатели для расчета, автоматически рассчитываются отклонения, вносятся комментарии.

Формируется заключение, после согласования руководителем отдела цен, оно поступает ведущему инженеру проекта. Ведущий инженер проекта может выгрузить заключение в редактируемом формате без обращения к исполнителю.

Автоматизация процесса позволила оптимизировать сроки проверки цены контрагента на выполняемые работы.

УДК621.316.767

ГОЛУБЕВ М.В., ГОЛУБЕВА М.В.

БЛОК УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМ ВВОДОМ РЕЗЕРВА (АВР) НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА И СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Блок АВР включает в себя программируемый контроллер, панель оператора, реле контроля напряжения, светосигнальную арматуру и аппараты защиты.

Контроллер предназначен для автоматического ввода резерва, реализации функции возврата к нормальному режиму работы, контроля выполнения команд управления, контроля контактной группы силовых выключателей, автоматической блокировки подачи напряжения на аварийную секцию шин. Дополнительно контроллер выполняет функции сбора и передачи информации на верхний уровень по цифровому протоколу обмена. Информацию о состоянии выключателей контроллер получает сигналами типа «сухой контакт».

Функционирование блока АВР обеспечивается следующим комплексом технических средств:

Оборудование нижнего уровня: блок-контакты вводных выключателей используются контроллером блока АВР для контроля состояния и положения данных аппаратов. Контролируются блок-контакты: состояние «включен», состояние «отключен аварийно», положение «рабочее».

Реле контроля фаз используются для контроля напряжения на шинах и вводах. Реле контроля фаз дает сигнал о наличии исправного напряжения в контроллер АВР.

Промежуточные реле используются для управления электроприводами автоматических выключателей.

Оборудование среднего уровня: для сбора первичной информации, а также для формирования управляющих воздействий используется программируемый логический контроллер.

Оборудование среднего уровня размещается внутри шкафа управления.

В состав блока АВР входит следующее оборудование:

1) источник бесперебойного питания;
2) блок питания 220VAC/24VDC;
3) контроллер с модулями дискретных входов и выходов;
4) панель оператора.

Оборудование блока АВР выполняет следующие функции:

5) прием дискретных сигналов;
6) контроль достоверности и первичную обработку информации;
7) выдача команд управления в соответствие с алгоритмом АВР;
8) передача информации на верхний уровень;

9) визуализация информации о состоянии электроустановки.

Все эти операции предназначены для выполнения следующих функций блока АВР:

1. Блок АВР разрешает управление силовыми выключателями с помощью ключей управления (кнопок), расположенных на панели управления, если переключатель режима работы установлен в положение «ручной»;
2. Блок АВР обеспечивает автоматическое включение резерва, если переключатель режима работы установлен в положение «автоматический»;
3. Блок АВР обеспечивает управление силовыми выключателями по командам дистанционного управления, если переключатель режима работы установлен в положение «автоматический» и есть команда на дистанционное управление по протоколу Modbus TCP;
4. Средствами программно-технического комплекса обеспечивается возможность изменения параметров работы электроустановки (выдержки времени и режимы работы АВР).
5. При управлении коммутационными аппаратами по протоколу Modbus TCP обеспечена защита от ошибочных действий пользователя.
6. Все действия оперативного персонала по управлению коммутационными аппаратами, изменению режимов работы фиксируются в журнале событий с указанием метки времени.
7. Предусмотрено разграничение уровней доступа пользователей по доступу к настройкам АВР (запрещено, частично разрешено, разрешено).
8. Отсутствие подтверждения выполнения управляющих команд регистрируется в журнале событий и сопровождается соответствующей сигнализацией.

УДК681.3.06:621.316.767

ГОЛУБЕВ М.В., ГОЛУБЕВА М.В.,

ВИЗУАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММНОГО КОДА ДЛЯ БЛОКА УПРАВЛЕНИЯ АВТОМАТИЧЕСКИМ ВВОДОМ РЕЗЕРВА (АВР) НА БАЗЕ ПРОГРАММИРУЕМОГО КОНТРОЛЛЕРА И СЕНСОРНОЙ ПАНЕЛИ ОПЕРАТОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

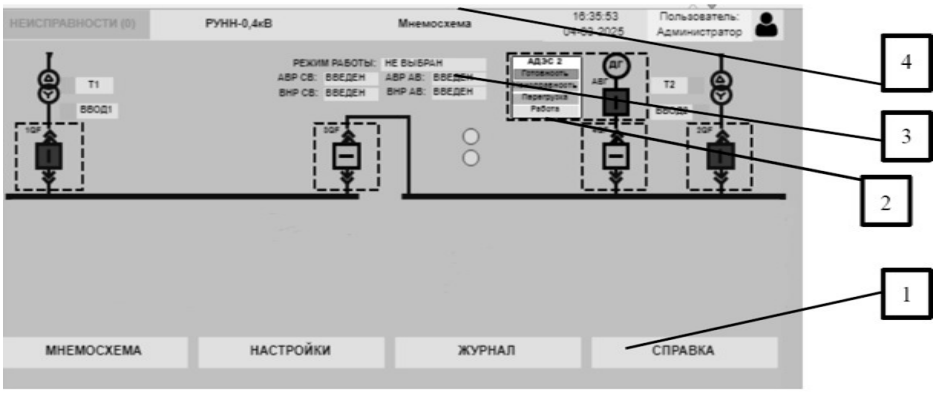


Рис.1. Интерфейс панели оператора:
1. Функциональные кнопки, 2. Область видеокадра, 3. Поле отображения режимов АВР, 4. Заголовок окна

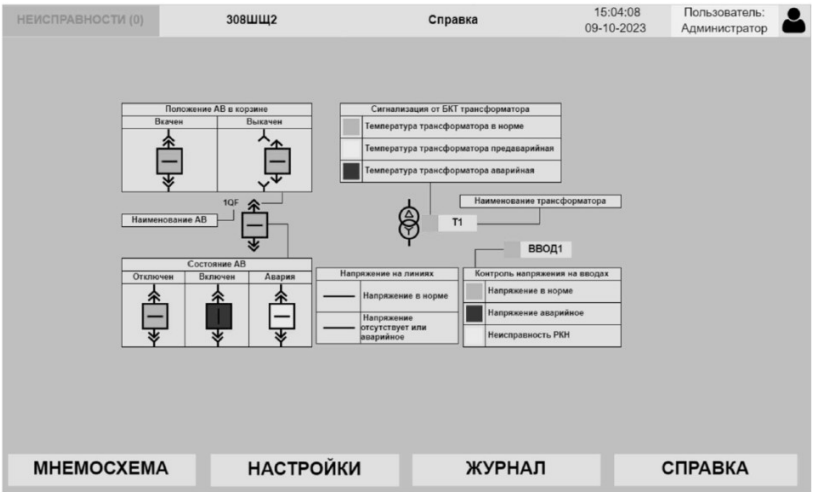


Рис.2. Справка

Логика функционирования АВР и дистанционное управление по Modbus блокируются в следующих случаях:

– обнаружены недостоверные сигналы о состоянии силового выключателя;

– отключены оперативные цепи силового выключателя или неисправны цепи сигнализации.

Автоматический ввод резерва происходит при выполнении следующих условий:

– установлен режим работы «автоматический»;

– неисправный ввод отключен;

– секция шин, на которую предполагается подавать напряжение, без напряжения и не заблокирована.

– переключатель АВР СВ в положении введен.

Ввод считается неисправным, если:

– отсутствует сигнал о наличии исправного напряжения на вводе в течение времени, превышающего выдержку на запуск АВР;

– выключатель ввода не выполнил команду на включение;

– обнаружена неисправность силовых контактов выключателя ввода;

– неисправен силовой трансформатор или сработала защита от ОЗЗ.

Секция шин блокируется в следующих случаях:

– аварийно отключен вводной или секционный выключатель, который был включен на данную секцию шин;

– силовой выключатель отключен аварийной кнопкой;

– обнаружена неисправность силовых контактов выключателя ввода.

Назначение переключателя АВР СВ:

– Если АВР СВ введен, автоматический ввод резерва секционным выключателем разрешается при работе от одного сетевого ввода, при работе от аварийного ввода.

Назначение переключателя ВНР СВ:

– Если ВНР СВ введен, разрешается автоматическое отключение 3QF при возврате к нормальной работе (после срабатывания АВР) выключателя QF2. В случае, если QF3 включен, по истечение времени ВНР СВ выдается сигнал на отключение QF3.

Назначение переключателя АВР АВ:

– Если режим АВР АВ введен, то при неисправности второго ввода происходит отключение сетевого ввода, формируется команда на запуск АДЭС. При неисправности второго ввода

происходит переход на схему электроснабжения от АДЭС.
Назначение переключателя ВНР АВ:

– Если ВНР АВ введен, то разрешается формирование сигнала на синхронизацию с напряжением исправного ввода по истечении выдержки ВНР АВ с последующим включением АВ данного ввода. Выдача сигнала на останов АДЭС осуществляется при восстановлении напряжений на втором вводе. Если ВНР АВ выведен, то питание потребителей будет осуществляться от АДЭС независимо от состояния сетевых вводов.

УДК005.932

ГОРЯЧЕВ Д.В.

РЕАЛИЗАЦИЯ В СИСТЕМЕ «1С:УПО» ЭЛЕКТРОННОГО СОГЛАСОВАНИЯ ЗАЯВОК НА РАСХОДОВАНИЕ ДЕНЕЖНЫХ СРЕДСТВ

Акционерное общество «Опытное Конструкторское Бюро Машиностроения им. И.И. Африкантова» г. Нижний Новгород

АО «ОКБМ Африкантов» – крупный научно-производственный центр атомного машиностроения. Предприятие имеет развитую инфраструктуру с полным производственно-технологическим циклом: от проектирования, изготовления и испытания до комплектной поставки заказчику и обеспечения сервисного сопровождения в течение всего периода эксплуатации реакторных установок высокой надежности.

АО «ОКБМ Африкантов» – проектно-ориентированная организация, применяющая проектное управление в качестве одного из основных подходов к управлению собственной деятельностью.

Без компонента информационной системы трудно представить современное управление проектами и проектно-ориентированной организацией. Это связано с требованием эффективности процессов, достигаемой технологическим обеспечением корпоративной системы управления предприятием.

В целях ускорения процесса согласования Заявок на расходование денежных средств было принято решение о цифровизации данного процесса. Для реализации выбрана внутренняя система управления предприятием «1С:УПО» (далее – 1С).

До оптимизации процесс выглядел следующим образом:

Документ Заявка на расходование денежных средств заполнялся во внутренней системе 1С. Далее печатная форма переносилась на бумагу. После чего документ в распечатанном виде передавался для подписи от одного согласующего к следующему. После того как все подписи в списке согласующих были получены, Заявка на расходование денежных средств помечалась утвержденной. Таким образом, процесс согласования был довольно длительным.

Для оптимизации процесса было разработано техническое задание на автоматизацию с использованием системы «1С:УПО». Электронное согласование должно позволять:

- формировать списки последовательного, параллельного и комбинированного согласования;
- добавлять замещающих сотрудников на определенный срок на каждый вид документа или на все документы в целом;
- выполнять проверку на корректность заполненных данных;
- при согласовании оставлять замечания или добавлять дополнительного согласующего;

- при отклонении документа накапливать замечания или сразу отзывать документ с согласования до их устранения;
- повышать приоритет согласования для выделения наиболее важных документов;
- приостанавливать и возобновлять согласование документа;
- отображать актуальные данные сотрудника (подразделение, телефон) для сокращения времени поиска согласующего.

Переход от традиционного согласования документов на бумаге к электронному согласованию с использованием системы электронного документооборота и простой ЭЦП позволил значительно сократить время движения документов, ускорить и облегчить процесс визирования одного документа несколькими лицами, а также полностью перевести его в цифровую форму.

УДК 621

ЕДАКИН А. А., ЛАЙША А.К.

РАЗРАБОТКА ЭЛЕКТРОГИДРАВЛИЧЕСКОГО ПРИВОДА МЯГКОГО ЗАХВАТНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА МАНИПУЛЯТОРА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

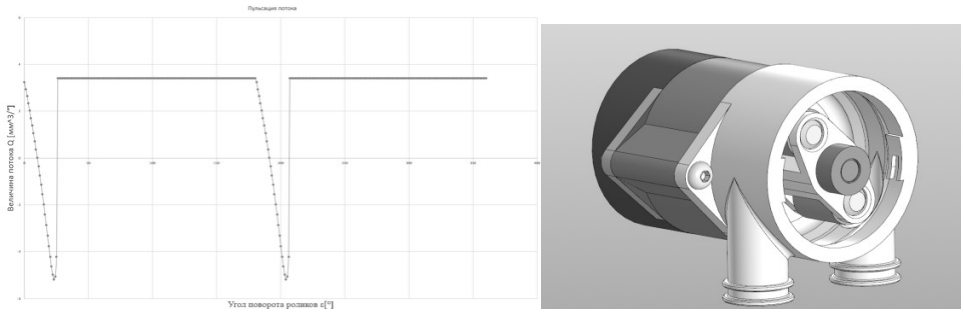
Современная робототехника сталкивается с необходимостью манипулирования хрупкими, деформируемыми и неструктурированными объектами (пищевые продукты, биологические ткани, хрупкие детали), для чего традиционные жесткие захваты на основе сервоприводов и механических зажимов часто оказываются непригодными. Для решения этих задач применяются мягкие захватные устройства, однако их использование требует применения механизмов создания давления для управления эластичными элементами захвата, главный минус большинства из которых – габариты.

Чтобы упростить конструкцию роботизированного комплекса предлагается использование принципа перистальтики. Такой насос состоит из мотора, роликов (также называемых башмаками) и гибкой трубки. Трубка оборачивается вокруг роликов в виде подковы, а двигатель вращает ролики создавая давление в ней.

Помимо меньших размеров в сравнении с динамическими насосами, перистальтический обеспечивает равномерное распределение давления за счет волнообразного сокращения, что исключает точечные перегрузки. Однако колебания могут привести к колебанию давления на выходе, с амплитудой значительно большей амплитуде колебания потока, что может привести изменению степени наполненности насоса и усталостному разрушению клапанов и прочих звеньев.

Другим преимуществом таких насосов является простота ремонта и обслуживания. В силу особенности конструкции основным элементом, испытывающим постоянные нагрузки, является упругая трубка, которая в случае выхода из строя быстро заменяется и не приводит к поломке остальных узлов насоса. Более того использование особо прочных материалов позволяет добиться достаточно продолжительного срока службы. Конструкционная простота механизма также благоприятно влияет на его итоговую стоимость.

Для успешного использования перистальтического насоса необходимо знать давление, которое тот может вырабатывать. С этой целью была написана математическая модель в программе EXCELи получен следующий результат, на основе которого создана 3Dмодель



(A) *(B)*

Рис. 1: *A* – пульсация потока; *B* – конструкция насоса

Библиографический список

1. Understanding Peristaltic Pumps – Technical Articles / [Электронный ресурс] // control.com: [сайт]. — URL: https://control.com/technical-articles/understanding-peristaltic-pumps/ (дата обращения: 28.04.2025).

2. Frontiers|Design and development of a peristaltic pump for constant flow applications / [Электронный ресурс]] // Frontiers: [сайт]. — URL: https://www.frontiersin.org/journals/mechanical-engineering/articles/10.3389/fmech.2023.1207464/full (дата обращения: 28.04.2025).

УДК 004.58, 614.84

ЖУКОВЦЕВ Е.С.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Меры пожарной безопасности играют ключевую роль в защите жизни и здоровья людей, сохранении материальных ценностей и обеспечении стабильной работы предприятий. Соблюдение этих мер обеспечивается определенными законодательным требованиям и регулирующими органами. Но развитие новых строительных и производственных технологий постепенно подталкивало к появлению новых пожароопасных явлений, ответной реакцией на которые было появлению новых норм и подходов к обеспечению пожарной безопасности. Что привело нас к крайне обширной и перегруженной нормативной базе.

Избыточное количество нормативных актов, их объем, возможные противоречия и трудозатраты на их изучение, представляют собой серьезную проблему, которая может привести к нарушению требований и дальнейшим негативным последствиям. Для минимизации этих рисков необходимы комплексные меры, направленные на упрощение доступа к информации и ее обработки. Одной из таких мер и является разрабатываемая система поддержки принятия решений.

Как следует из названия, проектируемая система поддержки принятия решений (СППР) в области обеспечения пожарной безопасности предназначена для оказания помощи специалистам и ответственным лицам на стадии проектирования противопожарных систем или провидения экспертизы проектной документации. Эта система будет обрабатывать вводимые пользователями данные, интегрировать данные из различных источников и опираясь на нормативную

базу, осведомлять пользователя о нарушениях и отклонениях от норм, предоставлять обоснованные рекомендации по выбору мер профилактики.

Были выделены следующие основные функции СППР: Сбор и хранение данных, обеспечивая их доступность и целостность, обработка и анализ данных с использованием разработанных алгоритмов, представление результатов и рекомендаций в виде отчета.

Для достижения поставленных задач сначала будет разработан модельный компонент, включающий в себя алгоритмы и методы обработки данных, опирающийся на нормативную базу данных, необходимых для анализа и принятия решения. Далее написана программа с простым и удобным в использовании пользовательским интерфейсом, позволяющим пользователям взаимодействовать с системой, вводить данные, запрашивать отчеты, а также получать рекомендации.

Для оценки корректности (правдоподобия) работы программы, после ее завершения, предполагается провести ее тестирование путем сравнения выводов и рекомендаций, сделанных программой с рекомендациями эксперта в области пожарной безопасности. Сравнение будет производиться на основе данных, собранных на разных объектах. После проведения сравнительного анализа будет получен процент достоверности разработанной системы.

Были выявлены следующие преимуществами использования проектируемой СППР: минимизация рисков и влияния человеческого фактора, объективность, повышение надежности проектируемых и качества анализа существующих противопожарных систем, оптимизация расходов, рационализация подхода к выбору средств противопожарной системы, эффективность – ускорение процесса принятия решений благодаря автоматизации рутинных задач.

Так же был выявлен следующий недостаток использования проектируемой СППР: зависимость от данных – качество решений сильно зависит от точности и полноты вводимых данных.

Резюмируя, предполагается, что разрабатываемая система будет полезна как начинающим специалистам, так и высококвалифицированным специалистам, давно работающим в сфере пожарной безопасности. Она облегчит нагрузку благодаря автоматизации рутинных задач, понизит психоэмоциональное напряжение от работы с большими объемами данных, ускорит рабочие процессы, минимизирует риски и влияние человеческого фактора.

Библиографический список

1. Проблемы проектирования систем противопожарной защиты зданий. – Текст: электронный. – URL: https://www.c-o-k.ru/articles/problemy-proektirovaniya-sistem-protivopozharnoy-zaschity-zdaniy
2. Проектирование систем пожарной безопасности. – Текст: электронный. – URL: https://profcenter01.ru/proectirovanie-protivopojarnih-sistem.html
3. Какими документами руководствоваться при проектировании пожарной сигнализации. – Текст: электронный. – URL: https://takir.ru/vse-publikacii/stati/kakimi-dokumentami-rukovodstvovatsja-pri-proektirovanii-pozharnoj-signalizacii-i-souje/
4. ФЗ от 21.07.1997г. №116-ФЗ «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» с изм. 11 июня 2021.
5. ФЗ от 22.07.2008г №123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности» ред. 30.04.2021
6. ФЗ от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ «Технический регламент о безопасности зданий и сооружений»
7. СП 484.1311500.2020. Системы противопожарной защиты. Системы пожарной сигнализации и автоматизация систем противопожарной защиты. Нормы и правила проектирования

8. СП 485.1311500.2020. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования
9. СП 486.1311500.2020. Перечень зданий, сооружений, помещений и оборудования, подлежащих защите АУП и СПС. Требования пожарной безопасности

УДК 681.51

ИНЯХИН А.Д., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ «ПРОМЫШЛЕННЫЕ ДАТЧИКИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАВЛЕНИЯ»

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Современные технологии автоматизации находят широкое применение в промышленности, а знание принципов работы датчиков и систем управления становится неотъемлемой частью подготовки инженеров. Актуальность разработки обусловлена необходимостью подготовки студентов к работе с современными промышленными контроллерами и интерфейсами. В данной статье представлена разработка управляющей системы, реализующей полный цикл взаимодействия с промышленными датчиками через контроллер ПЛК210.

Для этих целей разработан учебно-лабораторный стенд с визуализацией в среде CODESYS, позволяющий моделировать работу промышленных датчиков давления. Стенд имитирует реальные условия эксплуатации и включает в себя четыре различных датчика: два релейных, один аналоговый и один цифровой, подключённый по интерфейсу RS-485 с использованием протокола Modbus RTU. Визуализация позволяет в реальном времени отслеживать значения давления, отображать графики изменений, индикацию состояния датчиков, устанавливать требуемые диапазоны работ, а также вести автоматическую регистрацию аварий и отклонений от ранее установленных рабочих диапазонов.

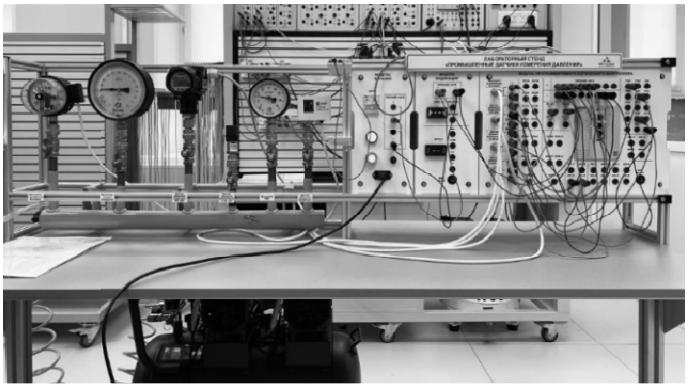


Рис. 1. Лабораторный стенд «Промышленные датчики измерения давления»

Практическая ценность системы заключается в ее реконфигурированности, универсальности и гибкости: она может использоваться студентами для отладки множества различных сценариев, а так же как для базового изучения устройств ввода/вывода, так и для освоения протоколов промышленной связи и обработки аварийных событий. Стенд позволяет закрепить теоретические знания на практике, научиться анализировать поведение датчиков, самостоятельно настраивать необходимые эталонные значения и имитировать возможные аварии и обрывы, разбираться в логике сигнализации и построении SCADA-систем. Студенты НГТУ получают ценный опыт взаимодействия с реальными и виртуальными компонентами автоматизированных

систем, что значительно повышает их квалификацию и готовность к реальным производственным задачам.

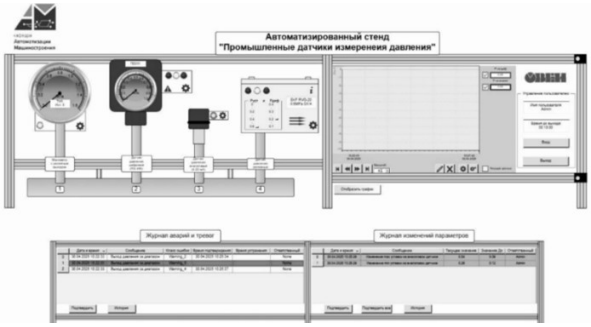


Рис. 2. Интерфейса системы управления для контроля стенда

Таким образом, данный стенд представляет собой эффективный и современный инструмент для подготовки специалистов по автоматизации, электронике и системам управления.

Библиографический список

1. Сайт компании ОВЕН, https://owen.ru/ (дата обращения 25.04.24)
2. 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.

УДК 681.51

ФРОЛОВ Т.Н., МАТВЕЕВ Д.А., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДОМ ПНЕВМОАВТОМАТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время вопрос автоматизации производств является крайне актуальным. С помощью её внедрения организации могут повысить эффективность и производительность производства, снизить количество ошибок и повысить качество выходной продукции.

ПЛК являются основными компонентами в автоматизации и управлении технологическими процессами на производстве. Программируемые логические контроллеры используют в машиностроении, энергетике, логистике, сфере транспортных перевозок и жилищно-коммунальном хозяйстве. Чаще всего ПЛК используются для управления различными механизмами, роботами, производственными линиями.

Обучение студентов работе с ПЛК является важным шагом в подготовке молодых специалистов, способных успешно работать в условиях современной экономики. Чаще всего необходимые знания студенты получают, работая с учебными стендами. Одной из задач, стоящих перед вузами в данный момент является разработка систем управления такими стендами.

НГТУ – победитель открытого конкурса Минобрнауки России по поддержке программ развития передовых инженерных школ (ПИШ). На базе НГТУ была создана научно-технологическая лаборатория автоматизации процессов и производств в задачах управления объектами атомной промышленности. Оборудование для неё было разработано и приобретено совместно с НГТУ и БК-студией. За счет оснащения стендов ПЛК, обучающиеся смогут разрабатывать разнообразные перепрограммируемые алгоритмы управления и отлаживать их.

С помощью лабораторного стенда «Пневмоавтоматика» студенты смогут изучить принципы работы пневматических систем, получить знания о различных элементах пневматики

(пневмоцилиндры, распределители, регуляторы давления), научатся читать и разрабатывать электрические и пневматические схемы. Данный стенд базируется на ПЛК ОВЕН 210, который уже активно используется на российских производствах. В данный момент это имеет большую важность, так как обслуживание и покупка иностранного оборудования затруднена или невозможна.

Проделывая разработанные лабораторные работы, учащиеся создадут программы управления стендом пневмоавтоматики на нескольких языках стандарта МЭК 61131-3 (LD, FBD, ST).Студенты познакомятся с программой CODESYS 3.5, получат базовые навыки работы в ней, узнают о принципах работы блоков программы (AND, OR, CTU, TON и TOF).

Библиографический список

1. ОВЕН ПЛК210. Описание. Технические характеристики. Руководство пользователя. – Текст : электронный // ОВЕН Оборудование для автоматизации : [сайт]. – 2025. – URL: https://owen.ru/product/plk210 (дата обращения : 25.04.2025).
2. CODESYSV3. Программное обеспечение, устройства связи. – Текст : электронный // ОВЕН Оборудование для автоматизации : [сайт]. – 2025. – URL: https://owen.ru/product/codesys_v3/libraries(дата обращения : 25.04.2025).

УДК 004.896

ЧИБОЗОС Д.Ф.С., АНИСИМОВ П. А., ЕГОРУШКИН Е.О.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ РОБОТОВ ПО ЛИНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные технологии управления и оптимизации процессов, такие как PID-регулирование и нейронные сети, играют ключевую роль в развитии автономных систем и умных технологий. Хотя роботы, следящие за линией, являются довольно простым примером использования этих технологий, именно такие задачи позволяют эффективно применять методы оптимизации и машинного обучения для улучшения характеристик системы управления. В частности, для решения задач управления можно использовать нейронные сети с прямым распространением (FNN), которые просты в реализации и позволяют эффективно адаптировать параметры системы.

Проект направлен на использование нейронных сетей для динамической настройки параметров PID, что позволяет значительно улучшить адаптивность системы управления. Традиционные методы настройки PID эффективны в условиях стабильной среды, но они ограничены в изменяющихся или сложных ситуациях, таких как переменные условия освещенности или изменения траектории. В этом контексте внедрение нейронных сетей позволяет адаптировать параметры управления в реальном времени, обеспечивая более точное следование за линией и более высокую гибкость работы системы. Основной целью данного проекта является разработка системы, которая использует машинное обучение и нейронные сети для автоматической настройки параметров PID-регулятора и повышения точности управления роботами. Это решение также может быть расширено для более сложных задач в области автономных систем и индустриальных приложений, где требуется быстрая адаптация к изменяющимся условиям.

Для реализации нейронной сети используются такие инструменты, как TensorFlowLite, что позволяет эффективно обучать модель и интегрировать её в систему с ограниченными вычислительными ресурсами, такими как RaspberryPi. Экспериментальные исследования и тесты с различными условиями будут проведены для оценки производительности системы и корректно-

сти работы в реальных условиях. Основные компоненты системы включают датчики IR, моторы постоянного тока, платформу на базе RaspberryPi, а также датчики инерции (гироскоп и акселерометр), что позволяет создавать компактное и эффективное решение для автономных систем.

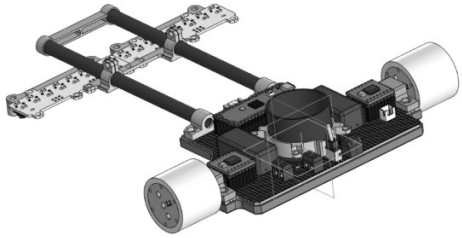


Рис. 1. 3D модель робота с системой управления и сенсорами

Перспективы развития проекта включают: замену ИК-датчиков камерами для улучшения точности, что потребует дополнительной вычислительной мощности. Также планируется улучшение алгоритмов машинного обучения для оптимизации системы в реальном времени.

Дальнейшее развитие проекта направлено на создание универсальной платформы для интеграции в автономные системы и промышленность, с возможностью расширения для более сложных задач.

Библиографический список

1. *Self-Tuning Neural Network PID With Dynamic Response Control | IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore*. https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9415738 (accessed 2025-04-21).
2.« КОМПАС-3D v21 ». accessed 2025-04-21. https://kompas.ru/kompas-3d/v21/.

УДК 004.896

ШАКИН Д.А., ГОЛИЧНИКОВ Д.А., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

МЕТОДЫ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ РЕЧЕВОГО УПРАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО ШУМА

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В современных промышленных условиях системы речевого управления сталкиваются с серьезной проблемой снижения эффективности распознавания команд из-за высокого уровня окружающего шума. Данная статья рассматривает ключевые методы повышения надежности таких систем.

Одним из эффективных подходов является применение адаптивной фильтрации сигнала. Алгоритмы на основе адаптивного шумоподавления способны динамически анализировать спектральные характеристики шума и выделять полезный речевой сигнал, что значительно улучшает соотношение сигнал/шум. Исследования показывают, что применение многоканальных систем фильтрации позволяет достичь улучшения распознавания на 15-20% в условиях промышленного шума с уровнем 85-95 дБ.

Формирование диаграммы направленности микрофонов – еще один перспективный метод. Использование микрофонных решеток с направленным приемом позволяет пространственно фокусироваться на источнике полезного сигнала, игнорируя шумы из других направлений. В комбинации с алгоритмами определения направления на говорящего, такие системы демонстрируют повышение точности распознавания на 25-30% в шумных условиях.

Глубокое обучение открывает новые возможности для шумоустойчивого распознавания речи. Нейронные сети, обученные на зашумленных данных, способны выделять речевые паттерны даже при низком соотношении сигнал/шум. Модели на основе трансформеров с механизмами внимания показывают особую эффективность, снижая частоту ошибок распознавания на 35-40% по сравнению с традиционными методами.

Акустическое моделирование рабочей среды позволяет заранее адаптировать систему к конкретным шумовым условиям. Предварительный анализ акустических характеристик производственного помещения и создание профилей типичных шумов повышает точность работы системы в реальных условиях на 10-15%.

Важным аспектом также является персонализация речевых моделей. Системы, способные адаптироваться к особенностям речи конкретного оператора, демонстрируют значительное повышение надежности в промышленных условиях. Эксперименты показывают, что даже короткая сессия адаптации (3-5 минут) способна снизить частоту ошибок на 18-22%. Перспективным направлением является разработка алгоритмов непрерывной адаптации, корректирующих модель во время эксплуатации без необходимости специальных калибровочных сессий.

Комбинированное применение указанных методов представляется наиболее перспективным направлением развития речевых интерфейсов для промышленного применения, обеспечивая надежность распознавания даже в сложных акустических условиях.

Библиографический список

1. Фролов, А.В. Синтез и распознавание речи. Современные решения. / А.В. Фролов, Г.В. Фролов. - 186 с.
2. Ахметшин А.Ф. Применение нейросетевых технологий для анализа речевой информации// Теория и практика современной науки. – 2020.

УДК 681.2-2; 681.2.084

ШЕРГИН В.В., ГАЙНОВ С.И., КОЖЕВЯТКИНА М.А., ГУСЬКОВ А.А.

СПОСОБ КОМПЕНСАЦИИ ПОГРЕШНОСТИ НАЧАЛЬНОЙ ВЫСТАВКИ ФРЕЗЫ ПРИ ЗАЧИСТКЕ ГИРОСТАТОРОВ НА СТАНКЕ С ЧПУ

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

Требования по надежности гиромоторов определяют особые технические условия к их узлам и элементам. Особенно это критично к надежности обмоток в пакетах роторов, работающих в режимах высокой скорости вращения, механических и температурных перегрузок. При намотке обмотки высока вероятность повреждения провода острыми кромками края намоточного паза. Данная проблема эффективно решается путем механической зачистки (снятие фаски) по контуру паза. При этом качество зачистки фаски должно обеспечивать минимальное искажение по контуру намоточного паза, фаски граней должны быть одинаковыми по геометрии по всем пазам. Обеспечение данных требова-

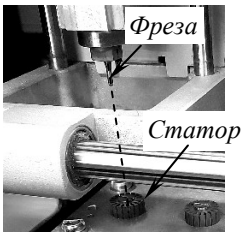


Рис. 1 Положение фрезы при начальном позиционировании

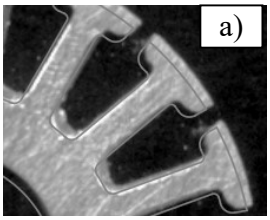
ний и повышение производительности обработки возможно путем применения механизированной фрезеровки на станке с ЧПУ. При решении данной задачи проблемной является точная выставка координат реального положения кромки режущего инструмента для их точного соответствия программному значению в G-коде управления станком (позиционирование). В выполняемой работе, по групповой зачистке пакетов статоров, в качестве нулевой точки системы координат принята точка, «привязанная» как к приспособлению, так и к детали, лежащая на оси симметрии первой обрабатываемой детали в плоскости её верхней грани (рис.1).

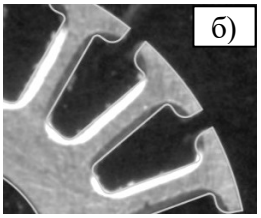
Коррекция ошибок положения начальной точки пользовательской системы координат кромки фрезы и центра ротора (ΔX по абсциссе X и ΔY по ординате Y) выполняется путем регистрации горизонтальных смещений (в программе управления) кромки фрезы относительно текущего начального положения до слабого касания с гранью внутреннего отверстия (соответственно положения $X1$ и $X2$ и $Y1$ и $Y2$).Далее, фреза возвращается в начальное положение по абсциссе и ординате. После этого вычисляются ошибки положения абсциссы и ординаты по формулам:

$$\Delta X = \frac{(X_1 - X_2)}{2}; \quad \Delta Y = \frac{(X_1 - X_2)}{2} \tag{1}$$

На величину ошибок (взятых с обратным знаком)в программе управления смещается фреза в новое положение по абсциссе и ординате. Затем «обнуляются» текущие координаты начала пользовательской системы координат. В результате координаты перемещений до касания с кромкой отверстия ротора будут давать одинаковый по модулю результат по обеим, т. е. положение начала координат будет совпадать с реальной осью статора на приспособлении. Предложенный способ позволяет быстро выставлять нулевую точку позиционирования и исключать несисмметрию при зачистке паза статора (рис. 2).

смещение контура статора относительно траектории фрезы





совпадение контура статора с траекторией фрезы

Рис. 2.Результат фрезеровки фасок граней пазов статоров:
а) до коррекции; б) после коррекции

УДК 621.798.34

ШМОРИН Е.Д.

РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ ФАСОВКИ СЫПУЧИХ МАТЕРАЛОВ В КЛАПАННЫЕ МЕШКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Работа с пылевидными сыпучими материалами сопряжена с опасностью для здоровья работников. При длительном контакте у них могут развиться: астма, хронический бронхит, дерматиты, ожоги, в некоторых случаях может приводить к раку. Одним из наиболее опасных для человека участков производства является упаковка смесей для последующего использования. Подобные операции могут быть автоматизированы, что позволит значительно уменьшить во-

влечённость человека непосредственно в процесс. Статья посвящена разработке устройства для фасовки сыпучих материалов в клапанные мешки.

Выбор питателя основан на применении математических моделей, созданных в среде AnyLogic на основе агентного моделирования.

Разработанное устройство представляет собой бункер с однопозиционной входной заслонкой, двухпозиционной выходной заслонкой, пневмоднищем, датчиком уровня, взвешивающем устройством и фиксатором мешка.

Рабочий цикл заключается в следующем: бункер заполняется материалом до датчика уровня, на выходное сопло надевается клапанный мешок, после чего он фиксируется, сквозь пневмоднище начинает подаваться воздух, а выходная заслонка открывается, когда вес достигает определённой отсечки выходная заслонка частично закрывается, по достижению следующей границы веса выходная заслонка закрывается, подача воздуха останавливается, мешок сбрасывается и открывается входная заслонка для дозагрузки бункера.

Работа питателя основана на псевдоожижении сыпучего материала – приобретении им свойств жидкости, что увеличивает заполняемость форм, плавность хода и уменьшает внутреннее трение частиц потока. Нахождение материала в постоянном движении позволяет избавиться от последствия его слёживания в промежуточном бункере, уменьшает вероятность зависания, увеличивает скорость движения потока.

Система управления составлена на основе промышленного контроллера IPAC 8441. Управление элементами устройства осуществляется через пневмораспределители. Для вывода информации работнику, а также настройки системы используется сенсорная панель оператора WeintekMT8071ip, связанная с контроллером через интерфейс ethernet с поддержкой протокола ModbusTCP. Для взвешивания бака используются тензометрические датчики CAS, связанные с контроллером через плату тензопреобразователь, посредством интерфейса RS-485 с поддержкой протокола ModbusRTU.

Перспективы развития проекта включают: использование автоматизированных складов для своевременной подачи кассет с клапанными мешками, интеграцию устройства в систему управления и планирования предприятием.

Библиографический список

1. Шубин, И.Н. Технологические машины и оборудование / Шубин И.Н., Свиридов М.М., Таров В.П. // Сыпучие материалы и их свойства, 2022, 2.
2. Плановский, А.Н. Процессы и аппараты химической технологии / Плановский А.Н., Рамм В.М., Каган С.З. – М., 2021.

УДК 62-529

ЯРЕМЧУК Д.Д., ФЕДОСОВА Л.О., ЗОЛОТОВ А.В.

РАЗРАБОТКА И МОДЕЛИРОВАНИЕ РОБОТОТЕХНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА НА БАЗЕ КОЛЛАБОРАТИВНОГО РОБОТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Неоспоримым фактом является то, что промышленная автоматизация на данный момент выступает одной из ключевых составляющих современного производства, значительно упрощая и улучшая жизнь современного общества от повышения качества продукции до улучшения условий труда работников. На фоне стремительного роста технологий промышленной автоматизации нельзя обделить вниманием повышение уровня роботизации, одним из факторов кото-

рого является недавние появление на рынке коллаборативных роботов (коботов), активно внедряющихся в современное производство.

Основная особенность коллаборативных роботов заключается в их способности безопасно и эффективно работать, а также взаимодействовать с людьми в непосредственной близости. Коботы спроектированы так, чтобы дополнять усилия человека, выполняя рутинные или тяжёлые задания, при этом обеспечивая безопасность за счёт наличия сенсоров и механизмов остановки, которые позволяют им реагировать на присутствие человека. Такие условия делают коллаборативных роботов превосходным инструментом для обучения. В связи с этим было решено разработать проект, представляющий из себя лабораторию, условия которой максимально приближенны к реальным условиям производства на базе технического университета с использованием коллаборативного робота для подготовки будущих специалистов в области робототехники, автоматизации и смежных технологий в формате интерактивного обучения.

Проект представляет из себя робототехнический комплекс с несколькими станциями, предназначенные для обслуживания коллаборативным роботом. Главным объектом комплекса является робототехническая ячейка, включающая в себя портал с линейно перемещающейся платформой с коботом для последовательного цикличного обслуживания станций. В качестве концепта в роли станций выступают вибрационные бункерные загрузочные устройства, автоматизированный пневматический стенд для поштучной выдачи заготовок и конвейер для перемещения к следующему этапу производства. Применение различных насадок для манипуляториаи вариативность объектов для взаимодействия помогут студентам ознакомиться с основными принципами адаптивности и модульности в робототехнике. Этот процесс предоставляет уникальную возможность понять, как различные насадки могут влиять на функциональные возможности робота и его применение в различных сценариях.

Такая учебная лаборатория на базе технического университета предоставляет студентам и учащимся уникальную и доступную возможность на практике ознакомиться с основами работы роботов, программирования и управления системами автоматизации, что имеет ключевое значение в условиях быстро развивающейся индустрии.

1. Чернышев, М.А. Коллаборативные роботы: статья в сборнике трудов конференции / Чернышев М.А., Кузнецов Д.А., Кормин Т.Г. – Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина, 2018. – 142 - 147 с.

СЕКЦИЯ 4

НАЗЕМНЫЕ ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА И ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ КОМПЛЕКСЫ

Подсекция 4.1

Конструирование наземных транспортных средств

УДК 623.437.42

ЖУКОВ С.С.[1], МАКАРОВ В.С.[2], БЕЛЯКОВ В.В.[2]

РАЗРАБОТКА НАУЧНО ОБОСНОВАННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ПОДВИЖНЫХ АВТОНОМНЫХ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

[1]Нижегородский государственный инженерно-экономический университет,
[2]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ведение современной сельскохозяйственной деятельности невозможно без использования транспортно-технологический машин и комплексов, как основного звена технологической цепочки производства продукции. При этом эксплуатация таких машин и комплексов невозможна без посредничества человека-оператора, как основного звена принимающего решения. В настоящее время в аграрной сфере наблюдается кадровый голод, но и одновременно происходит внедрение передовых цифровых систем в цепочку производства продукции, например тракторы и самоходные машины оснащаются системами интеллектуального управления. Таким образом, осуществляется постепенный переход от человека – оператора машинно-тракторного агрегата к полностью автономной системе производств, в частности к подвижным автономным наземным комплексам (ПАНК).

Проектирование шасси ПАНК сельскохозяйственного назначения необходимо проводить с учетом агротехнологических требований и местности функционирования комплекса. Это необходимо для прогнозирования тягово-сцепных характеристик наземного комплекса. На формирование тягово-сцепных характеристик во многом влияет возникающее тяговое сопротивление на крюке. Поскольку ПАНК представляет собой универсальное шасси, то этап проектирования включает составление статистической модели [1], необходимой для определения технических параметров машины. Также необходимо учитывать взаимодействие шасси и местности ее функционирования; данная процедура заключается в формализации: 1) погодно-климатических характеристик среды; 2) физико-механического состояния поверхности движения; 3) исследование геометрических характеристик поверхности движения.

Формализация всех полученных данных необходима для прогнозирования подвижности и проходимости ТТМ[2], так как состояние сельскохозяйственной местности имеет изменчивый характер в течение года.

Библиографический список

1. Береснев П. О., Михеев А. В., Беляев А. М., Папунин А. В., Кострова З. А., Колотилин В. Е., Еремин А. А., Макаров В. С., Зезюлин Д. В., Беляков В. В., Куркин А. А. Статистическая модель выбора геометрических параметров, массо-инерционных, мощностных и скоростных характеристик многоосных колесных транспортно-технологических машин // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2015. №4 (111). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/statisticheskaya-model-vybora-geometricheskih-parametrov-masso-inertsionnyh-moschnostnyh-i-skorostnyh-harakteristik-mnogoosnyh (дата обращения: 14.02.2023).
2. Беляков, В.В. Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков и др. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева – Н. Новгород, 2013. №3(100) С. 145-175
3. Жуков, С. С. Взаимодействие движителя роботизированных сельскохозяйственных машин с полотном пути / С. С. Жуков, В. В. Беляков, В. С. Макаров // Транспортные системы. – 2018. – № 3(9). – С. 25-33. – DOI 10.46960/62045_2018_3_25. – EDN MBOYEM.

УДК 629.027

КАРАСЕВА С.А., МАКАРОВ В.С., МАЛАХОВ Д.Ю., НОВИКОВ А.Д.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТРАНСПОРТНОЙ СНЕГОБОЛОТОХОДНОЙ РОТОРНО-ВИНТОВОЙ МАШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При проектировании любого транспортного средства очень важно оценивать его суммарную эффективность в зависимости от основного назначения, сферы применения и особенностей эксплуатации[1]. Для транспортных машин одними из ключевых критериев оценки эффективности могут быть, к примеру, скорость перемещения по суше и/или по воде, энергозатраты на перемещение, удобство и эффективность управления и так далее. Для снегоболотоходных роторно-винтовых машин (РВМ) сухопутная часть эксплуатации заключается в движении по снегу и льду, водоходная – по воде, болоту и остальным грунтам с низкой несущей способностью в случае, если движение по ним заложено в ТЗ на изделие[2].

В общем виде эффективность РВМ может быть выражена зависимостью

$$E = k_{\text{с}} * P_{\text{с}} + k_{\text{в}} * P_{\text{в}},$$

где $k_{\text{с}}$ и $k_{\text{в}}$ – коэффициенты влияния параметров, оценивающих эффективность РВМ при движении по суше и воде соответственно; $P_{\text{с}}$ и $P_{\text{в}}$ – значения эффективности для суши и воды.

Значения коэффициентов влияния для разных типов РВМ приведены в табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициентов влияния

Коэффициент	Сухопутная РВМ	Амфибийная РВМ	Водоходная РВМ
$\boldsymbol{k_{\text{с}}}$	1	(0…1)	0
$\boldsymbol{k_{\text{в}}}$	0	(0…1)	1

Между значениями коэффициентов учета влияния существует прямая зависимость

$$k_{\text{с}} + k_{\text{в}} = 1.$$

Данные значения могут быть выбраны экспертно или расчетно, если известны требования к минимизации времени движения по определенным типам опорных оснований. Например, если важность передвижения на суше и воде одинакова, то

$$k_{\text{с}} = k_{\text{в}} = 0{,}5;$$

если заранее известно, что РВМ будет работать треть своего времени на суше и остальное время – на воде, то

$$k_{\text{с}} = 1/3\,, \qquad k_{\text{в}} = 2/3,$$

и так далее.

Выбор критериев оценки эффективности осуществляется с точки зрения обеспечения итоговой подвижности транспортного средства, определяющей иерархию и структуру задач управления. Например, для транспортной снегоболотоходной РВМ можно представить следующую иерархию значимости коэффициентов влияния параметров по возрастанию:

1) скорость движения;
2) вместимость/грузоподъемность (в зависимости от класса);
3) управление курсовой ориентацией;
4) энергозатраты на перемещение;
5) обеспечение устойчивого и безопасного движения.

Расчет суммарной эффективности движения РВМ, таким образом, сводится к последовательному расчету отдельных оценочных критериев с учетом критериев предыдущего уровня.

Библиографический список

1. Куляшов, А.П. Экологичность движителей транспортно-технологических машин / А.П. Куляшов, В.Е. Колотилин. – М.: Машиностроение, 1993. – 288 с.: ил.

2. Николаев, А.Ф. Роторно-винтовые амфибии / А. Ф. Николаев, А. П. Куляшов // Горьк. политехн. ин-т им. А. А. Жданова. – Горький : Волго-Вят. кн. изд-во, 1973. – 47 с.: ил.

УДК 629

СЕЛЕЗНЕВ И.А., ТУМАСОВ А.В.

МЕТОДИКА ПРОЕКТИРОВАНИЯ ДИСКОВОГО ТОРМОЗНОГО МЕХАНИЗМА С СИСТЕМОЙ EPB ДЛЯ ЛЕГКОГО КОММЕРЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стояночная тормозная система служит для предотвращения самопроизвольного движения автомобиля во время его стоянки и остановки [1].

Система EPB (ElectronicParkingBrake) – электромеханический стояночный тормоз, заменяющий традиционный ручной. Управляется кнопкой или автоматически через электронный блок.

Основные требования к стояночным тормозам включают в себя безопасность, эффективность и надежность. Тормозная система должна надежно удерживать транспортное средство на месте при парковке, предотвращая его случайное движение [2]. Стандарты также устанавливают требования к конструкции стояночных тормозов, включая тип используемых материалов, механизмы и способы активации. Важно, чтобы тормозная система была легкой в управлении и обеспечивала надежную фиксацию транспортного средства.

Основным нормативным документом является ГОСТ Р 41.13.99 (Правила ООН №13) "Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств категорий M, N и O в отношении торможения"[2].

В работе был выполнен расчет основных параметров электромеханического привода, подбор материалов, предложены различные варианты конструктивного исполнения.

Схематически основные этапы проектирования электромеханического стояночного тормоза представлены на рис.1.

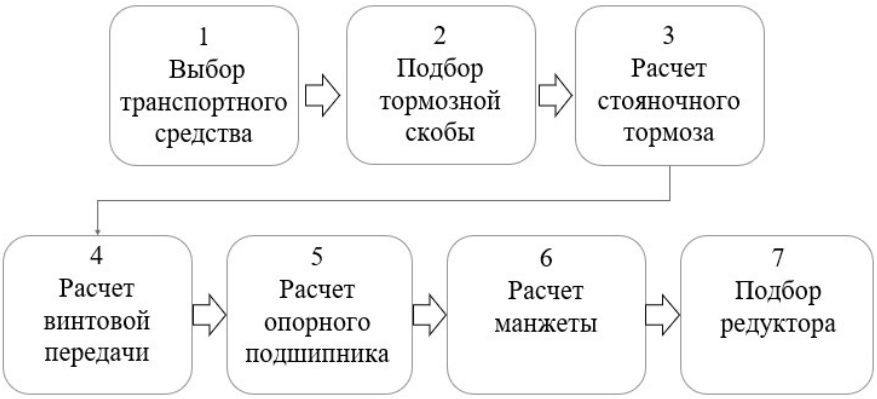


Рис. 1. Схема методики проектирования электромеханического стояночного тормоза

Основная задача работы – разработать методику для расчета дискового тормозного механизма с интегрированным электромеханическим стояночным тормозом. Данная методика позволяет найти ключевые параметры для выбора винтовой передачи привода, позволяет подобрать необходимое исполнение приводного редуктора и отвечает на вопросы герметизации штока толкателя относительно корпуса тормозной скобы.

Библиографический список

1.Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учебник / В.Н. Кравец; Нижегород. гос. техн. ун-т им. Р.Е. Алексеева. – 2-е изд., переработ. – Нижний Новгород, 2013. – 413 с.

2. ГОСТ Р 41.13-99 (Правила ЕЭК ООН № 13). Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения механических транспортных средств категорий M, N и O в отношении торможения: государственный стандарт Российской Федерации: дата введения 2000-07-01 / Госстандартом России – Изд. Официальное. – Москва: ИПК Издательство стандартов, 2000.

Подсекция 4.2

Эксплуатация наземных транспортных средств

УДК 629.331.1

АНТОНОВА Ю.С., ЛУЧКО Н.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

СРАВНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЯ С ДВИГАТЕЛЕМ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ И ЭЛЕКТРОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время набирает популярность «зелёная повестка», которая направлена на борьбу с вредными выбросами в окружающую среду. С каждым годом тема экологии становится все острее; разрабатываются автомобили, работающие за счет аккумуляторных батарей, т.е. получая энергию от заряда батареи, которая переходит на электродвигатели, приводящие в движение колёса. Борцы за экологию заявляют, что от такого вида автомобилей выбросов не будет, а даже если и будут, то их можно считать минимальными по сравнению с привычным ДВС, поскольку явного выброса выхлопных газов у них нет. Но так ли электромобили экологичны по сравнению с автомобилем с ДВС? Ведь для того, чтобы зарядить батарею на электромобиле, необходима электроэнергия, которая вырабатывается на станции, в основной доле это – ТЭС (68%), которая вырабатывает электроэнергию за счет сгорания топлива, что также влияет на экологию. Далее будет произведен анализ выбросов от автомобилей и электромобилей (категории М1), которые используются в такси.

Для сравнительного анализа были выбраны автомобили, которые чаще используются в такси это – Lada Granta и EVOLUTE i-PRO. Из автомобилей с ДВС модификация с двигателемВАЗ-11182 на данный момент является самой распространенной:

- ДВС ВАЗ-11182 (мощность 90 л.с / 66 кВт);
- Электродвигатель (мощность 163 л.с / 110 кВт).

Базовая норма расхода топлива для ДВС была принята 9,4 л/100км. Для расчетов был принят годовой пробег 90 000 км.

Емкость тяговой аккумуляторной батареи согласно руководству по эксплуатации 53 кВт*ч, заявленный пробег на одном заряде 433 км, заявленный расход электроэнергии на 100 км пробега равен 12.62 кВт*ч. Расход электроэнергии на зарядку электромобиля составляет 11358 кВт*ч/год. Следовательно, на ТЭС необходимо произвести электроэнергию в объёме 15856 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 1
Исходные данные

Марка а/\м	LadaGranta	EVOLUTE i-PRO
Удельный расход	12,5 л/100км	12,62 Вт*ч/100км
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. Расчет выбросов *i*-го загрязняющего вещества Mi от автомобиля Lada Granta за приведенный пробег определяется по формуле:

$$M_{Li} = M_i^L \cdot (L \cdot r_V), \text{г}$$

где L – протяженность автодороги (пробег), км,
M_i^L – удельный пробеговый выброс i-го вредного вещества, 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 $ПДК_{сс}$, $ПДК_{рз}$, учитывает вероятность накопления в компонентах окружающей среды, вероятность образования в атмосфере вторичных загрязнителей.

В табл.2 приведены результаты расчета пробеговых выбросов загрязняющих веществ и приведенных выбросов для автомобиля Lada Granta.

Таблица 2

Результаты расчета выбросов автомобиля Lada Granta

Загрязняющие вещества	Удельные пробеговые выбросы M^Li, г/км	M_{Li}. г	Показатель относительной агрессивности, A_i	Приведенные выбросы, кг
CO	0,8	72000	1	72
NO_2	0,3	27000	43	1161
CH	0,24	21600	0,3	6,48
Сажа	0,005	450	19	8,55
SO_2	0,006	540	16	8,64
Формальдегид	0,0014	126	240	30,24
Бензапирен	$0,16*10^{-6}$	0,0144	502973	7,24
Всего				**1294,15**

Для расчета выбросов вредных веществ при сгорании топлива для выработки электроэнергии на ТЭС в объёме 11358 кВт*ч, для зарядки автомобиля на пробег 90 000 км принимается в сравнении с аналогичными показателями автомобиля с ДВС.

Таблица 3

Результаты расчета выбросов при выработке электроэнергии для движения автомобиля EVOLUTE i-PRO

Загрязняющие вещества	Удельный выброс при выработке электроэнергии $M_{уд}$, г/ кВт·ч	Выбросы при выработке электроэнергии для электромобиляM_{Li}. г	Показатель относительной агрессивности, A_i	Приведенные выбросы, кг
CO	0,0043	48,84	1	0,049
NO_x	1,13	12834,54	43	551,89
Сажа	0,11	1249,4	19	23,74
SO_2	2,85	32370,3	16	517,92
Всего				**1093,6**

На основании полученных данных можно сделать вывод, что автомобиль EVOLUTE i-PRO с электродвигателем не является абсолютно экологичным, так же, как и аналогичный автомобиль с ДВС ВАЗ-11182. Сравнение полученных итоговых значений показывает, что разница составляет 1,18 раз. Это означает, что 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.

Библиографический список

1. LADA GRANTA РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЯ И ЕГО МОДИФИКАЦИЙ Ф. 974-6 Тольятти
2. EVOLUTE i-PRO. Руководство пользователя

3. Курагина, Т.И. К вопросу об экологической безопасности электромобилей. – Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2018.

УДК 621.431.73

АНТОНОВА Ю.С., ЛУЧКО Н.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ БАЛАНСИРОВКИ КОЛЕС БЕЗ СНЯТИЯ АВТОМОБИЛЯ LADA GRANTA

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Суть технико-экономического метода сводится к определению суммарных удельных затрат на ТО и ремонт КЭ автомобиля с последующей их минимизацией. Определенному минимуму и будет соответствовать оптимальная периодичность конкретной рассматриваемой единичной операции ТО - l_o .

Удельные затраты на проведение операций ТО вычисляются по формуле:

$$C_1 = d / l,$$

где d – стоимость выполнения операции ТО; l – периодичность ТО.

При увеличении периодичности операции ТО затраты на ее выполнение или остаются постоянными, или незначительно возрастают. В результате удельные затраты на ТО значительно сокращаются.

Удельные затраты на ремонт при увеличении периодичности ТО операции вычисляются следующим образом:

$$C_2 = c / L,$$

где: c – стоимость ремонтной операции; L – ресурс обслуживаемого КЭ автомобиля.

При увеличении периодичности ТО ресурс КЭ снижается. Стоимость ремонтной операции при этом можно считать постоянной, хотя она иногда незначительно возрастает.

В итоге удельные затраты на ремонт при увеличении периодичности ТО повышаются.

Суммарные удельные затраты на ТО и ремонт вычисляются по формуле:

$$U = C_1 + C_2.$$

Функция U является целевой функцией, следовательно, её экстремальное значение соответствует оптимальному решению. В данном случае, оптимальное решение должно выражаться в минимуме суммарных удельных затрат на ТО и ремонт.

Цель: Определить оптимальную периодичность l_0 операции балансировка колес без снятия автомобиля LADAGranta, если стоимость операции d = 205 руб., стоимость ремонтной операции замена подшипников ступиц с = 400 руб. Ресурс L связан с периодичностью обслуживания зависимостью $L = \frac{450000}{\sqrt[3]{l+200}}$. Произвести корректировку периодичности операции для Саранска.

Решение

Вычисляем суммарные удельные затраты на балансировку колес без снятия и ремонт замена подшипников ступиц на автомобиле:

$$U = C_1 + C_2 = \frac{d}{l} + \frac{c}{L} = \frac{205}{l} + \frac{400}{\frac{450000}{\sqrt[3]{l+200}}} = \frac{205}{l} + \frac{4 \cdot \sqrt[3]{l+200}}{4500}$$

где: $C_1 = \frac{d}{l} = \frac{205}{l}$ - удельные затраты на балансировку колес без снятия;

$C_2 = \frac{400}{\frac{450000}{\sqrt[3]{l+200}}} = \frac{4 \cdot \sqrt[3]{l+2}}{4500}$ - 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.

Воспользуемся графическим методом нахождения целевой функции. Результаты проведенных расчетов сведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчетов функции U

l	d	C1	L	c	C2	U
5000	205	0,041	25974	400	0,0154	0,0564
6000	205	0,034167	24495	400	0,01633	0,050496
7000	205	0,029286	23304	400	0,017164	0,04645
8000	205	0,025625	22315	400	0,017925	0,04355
9000	205	0,022778	21475	400	0,018626	0,041403
10000	205	0,0205	20749	400	0,019277	0,039777
11000	205	0,018636	20112	400	0,019888	0,038524
12000	205	0,017083	19547	400	0,020463	0,037546
13000	205	0,015769	19040	400	0,021007	0,036777
14000	205	0,014643	18583	400	0,021525	0,036168
15000	205	0,013667	18166	400	0,022019	0,035686
16000	205	0,012813	17784	400	0,022492	0,035304
17000	205	0,012059	17432	400	0,022945	0,035004
18000	205	0,011389	17107	400	0,023381	0,03477
19000	205	0,010789	16805	400	0,023802	0,034592
20000	205	0,01025	16523	400	0,024208	0,034458
21000	205	0,009762	16259	400	0,024601	0,034363
22000	205	0,009318	16011	400	0,024982	0,0343
22200	205	0,009234	15963	400	0,025057	0,034291
22400	205	0,009152	15916	400	0,025131	0,034283
22600	205	0,009071	15869	400	0,025205	0,034276
22800	205	0,008991	15823	400	0,025279	0,03427
23000	205	0,008913	15777	400	0,025352	0,034265
23200	205	0,008836	15732	400	0,025425	0,034261
23400	205	0,008761	15688	400	0,025497	0,034257
23600	205	0,008686	15644	400	0,025569	0,034255
23800	205	0,008613	15600	400	0,02564	0,034253
24000	**205**	**0,008542**	**15557**	**400**	**0,025711**	**0,034253**
24200	205	0,008471	15514	400	0,025782	0,034253
24400	205	0,008402	15472	400	0,025852	0,034254
24600	205	0,008333	15431	400	0,025922	0,034255
24800	205	0,008266	15389	400	0,025991	0,034257
25000	205	0,0082	15348	400	0,02606	0,03426

Результаты графического решения поставленной задачи представлены на рис.1.

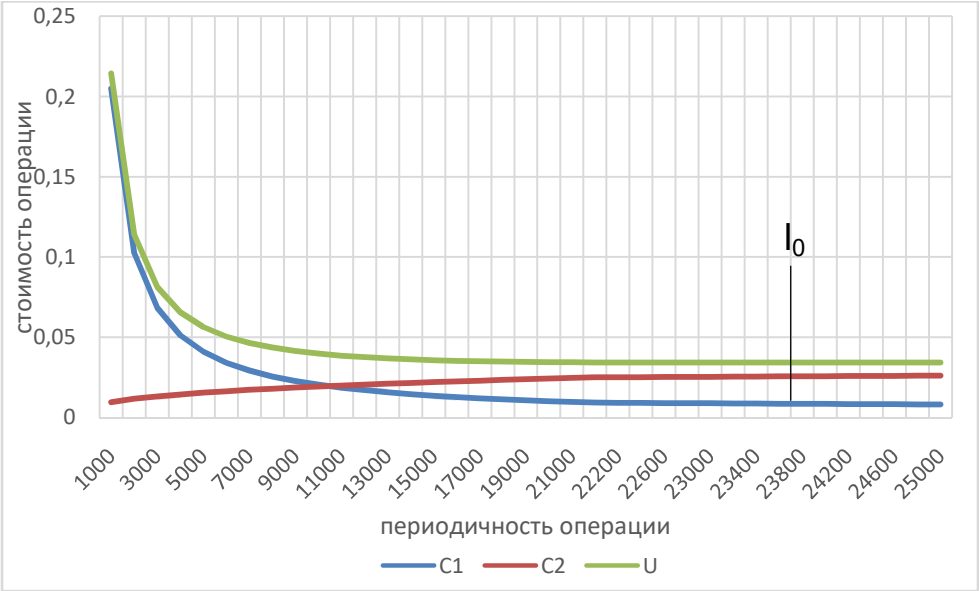


Рис.1. Определение l_0 технико-экономическим методом

В итоге оптимальная периодичность балансировки колес без снятия l_0 рассматриваемого автомобиля составляет 24000 км.

Произведем корректировку полученной периодичности операции для города Саранск (для III категория эксплуатации). Корректировка производится по формуле:

$$l_2' = l_{2н} * k_1 * k_3$$

где: k_1 и k_3 - коэффициенты учитывающие категорию условий эксплуатации и климатический район.

Для III категории эксплуатации значения коэффициентов и умеренного климатического района:

$$k_1 = 0.8\ k_3 = 1.0$$

В итоге имеем $l_2' = 24000 \cdot 0.8 \cdot 1.0 = 19200$ км

Библиографический список

1. Корчажкин, М.Г. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов // М.Г. Корчажкин, Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков. – Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012, №4 (97). – с. 168-174.

2. Кузьмин, Н.А. Исследование долговечности работы агрегатов трансмиссий городских автобусов // Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков // Материалы 79-ой научно-технической конференции «Безопасность транспортных средств в эксплуатации». – Н.Новгород: НГТУ, 2012. – С.12-13.

3. 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.

4. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.

5. Кустиков, А.Д. Повышение долговечности рулевых реек путем коррек-тирования периодичности замены масла / Кузьмин Н.А., Борисов Г.В. – Оренбург: Интеллект. Инновации. Инвестиции№6, 2022. - С. 79 - 87.

УДК 629.331.1

АНТОНОВА Ю.С., ЛУЧКО Н.С.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ И АВТОМОБИЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ С КОМБИНИРОВАННЫМИ ЭЛЕКТРОУСТАНОВКАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С внедрением новых типов автотранспортных средств (АТС), например электромобилей, о которых и далее пойдет речь, в повседневную жизнь необходимо введение стандартизации на их регистрацию. Существует множество модификаций тяговых устройств, а также их комбинации. В настоящее время разрабатываются изменения и дополнения в законодательные документы, где приведена классификация типов автомобильных ТС, например правила дорожного движения. А также уже существует стандарт, который устанавливает классификацию АТС с комбинированной энергоустановкой и электромобилей в отношении конструктивных отличий с целью правовой совместимости с законодательством Российской Федерации.

Целью данного исследования является обзор терминов и нормативных документов, описывающих основные различия в устройстве электромобилей и автомобилей с комбинированной энергоустановкой, в отношении их дальнейшей сертификации.

Данный стандарт распространяется на выпускаемые в обращение на территории Российской Федерации автомобильные транспортные средства (далее - АТС) категорий M_1, N_1, L_6 ,L_7 в соответствии с «сводной резолюции о конструкции транспортных средств», в конструкции которых имеются:

- только электромеханический преобразователь энергии (ЭМПЭ), предназначенный для приведения АТС в движение, и перезаряжаемая система хранения электрической энергии (ПСХЭЭ);
- ЭМПЭ, двигатель внутреннего сгорания (ДВС) и ПСХЭЭ;
- ЭМПЭ, электрохимические топливные элементы и ПСХЭЭ;
- ЭМПЭ и фотоэлектрические или фотогальванические элементы, и ПСХЭЭ.

Настоящий стандарт устанавливает классификацию основных типов АТС, в конструкции которых имеется тяговый электропривод (ТЭП) и ПСХЭЭ в виде аккумуляторной батареи, и определяет формат записи в регистрационных документах АТС характерных аббревиатур согласно классификации.

Классификация электрифицированных АТС

1.1 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, с ДВС, электрической мощностью до 5 кВт, с ПСХЭЭ, без зарядки от внешней сети, без возможности движения на электротяге (только функция "стоп-старт"), независимо от возможности восполнения запаса энергии от возобновляемого источника энергии (ВИЭ) не выделяют в отдельную категорию электрифицированных АТС.

1.2 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, привод которого осуществляется комбинированной энергоустановкой (КЭУ), включающей ДВС, ТЭП, и ПСХЭЭ, независимо от возможности восполнения запаса энергии от ВИЭ относят к категории "КЭУ".

1.3 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, электрической мощностью до 50 кВт, привод которого осуществляется КЭУ, включающей ДВС, ТЭП, и ПСХЭЭ, без зарядки от внешней сети, с ограниченной возможностью движения на электротяге, независимо от возможности восполнения запаса энергии от ВИЭ относят к категории "КЭУ".

1.4 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, электрической мощностью до 50 кВт включительно, привод которого осуществляется КЭУ, включающей ДВС, ТЭП, и ПСХЭЭ, с возможностью зарядки от внешней сети и с ограниченной возможностью движения на элек-

тротяге независимо от возможности восполнения запаса энергии от ВИЭ относят к категории "ПКЭУ".

1.5 Колесное АТС категорий M_1, N_1, электрической мощностью свыше 50 кВт, привод которого осуществляется только от ТЭП и ПСХЭЭ с возможностью зарядки от внешней сети и неограниченной возможностью движения на электротяге, но имеющей в конструкции ДВС (без механической связи с ведущими колесами), независимо от возможности восполнения запаса энергии от ВИЭ относят к категории "ПКЭУ".

1.6 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, привод которого осуществляется от ТЭП и ПСХЭЭ с возможностью зарядки от внешней сети и/или от преобразователя ВИЭ относят к категории "электромобиль".

1.7 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, привод которого осуществляется от ТЭП, в конструкции которого содержится ПСХЭЭ, батарея топливных элементов (БТЭ) без возможности зарядки от внешнего источника энергии, независимо от возможности восполнения запаса энергии от ВИЭ относят к категории "КЭУ+ТЭ".

1.8 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, привод которого осуществляется от тягового электропривода, в конструкции которого содержится ПСХЭЭ, БТЭ с возможностью зарядки от внешнего источника энергии, независимо от возможности восполнения запаса энергии от ВИЭ относят к категории "ПКЭУ+ТЭ".

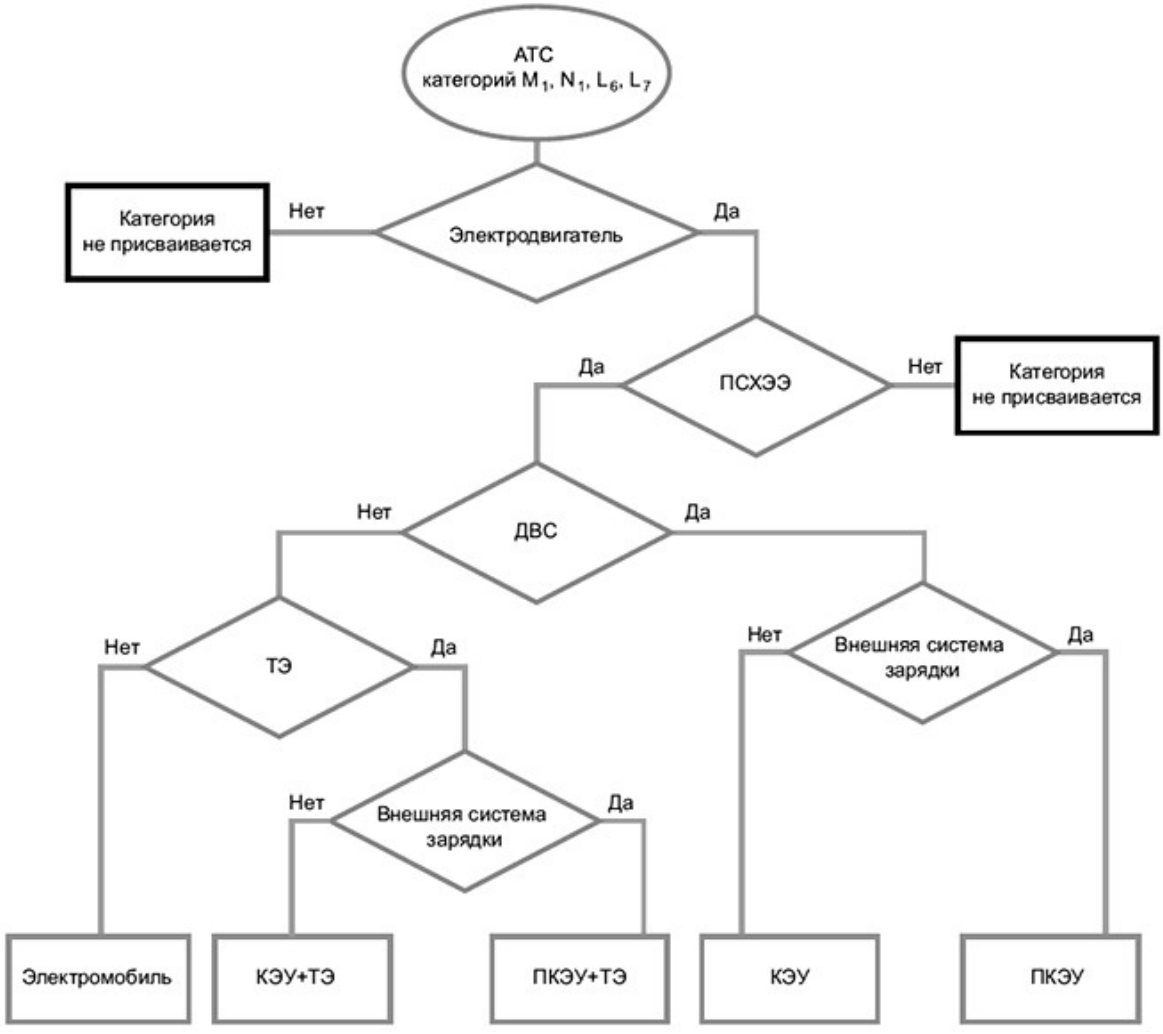


Рис. 1. Блок-схема определения категории электрифицированного автомобильного транспортного средства

2. Обозначение конструкционных особенностей в ПТС и свидетельстве о регистрации транспортного средства

2.1 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, определенное согласно 1.2, 1.3 как "КЭУ", должно содержать данную аббревиатуру в ПТС (паспорт транспортное средства) и в СРТС (свидетельство о регистрации транспортного средства) в области "особые отметки".

2.2 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, определенное согласно 1.4, 1.5 как "ПКЭУ", должно содержать данную аббревиатуру в ПТС и в СРТС в области "особые отметки".

2.3 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, определенное согласно 1.6 как "электромобиль", должно содержать данное обозначение в ПТС и в СРТС в области "особые отметки".

2.4 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, определенное согласно 1.7 как "КЭУ+ТЭ", должно содержать данную аббревиатуру в ПТС и в СРТС в области "особые отметки".

2.5 Колесное АТС категорий M_1, N_1, L_6, L_7, определенное согласно 1.8 как "ПКЭУ+ТЭ", должно содержать данную аббревиатуру в ПТС и в СРТС в области "особые отметки".

Таким образом, можно сделать вывод о том, что ГОСТ Р 59078-2020 в полной мере отражает классификацию АТС с комбинированной энергоустановкой и электромобилей в отношение конструктивных отличий в настоящее время.

---

1. ГОСТ Р 59078-2020 «Электромобили и автомобильные транспортные средства с комбинированными энергоустановками. Классификация»

УДК. 629.331

АНТОНОВА Ю.С., ЛУЧКО Н.С.

РАСЧЕТ СТОИМОСТИ ПОЛИСА ОСАГО ДЛЯ АВТОМОБИЛЕЙ, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТАКСИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В России на каждый автомобиль требуется оформлять полис ОСАГО, в соответствии с ФЗ от 25.04.2002 N 40-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2024). Он нужен для того, чтобы в случае ДТП по вине владельца расходы на оплату ремонта чужой машины взяла на себя страховая компания. Несмотря на то, что порядок определения стоимости автострахования урегулирован федеральными актами, суммы, уплачиваемые автовладельцами при заключении договора ОСАГО, могут значительно отличаться. Причем не только у разных страховых компаний, но и у одного страховщика, но по отношению к разным водителям. Это обусловлено тем, что страховые тарифы – те ценовые ставки, которые применяет страховщик при определении цены полиса ОСАГО – имеют несколько составляющих:

- базовые ставки, предельные размеры которых ограничены Банком России;
- коэффициенты страховых тарифов, дифференцированные регулятором по различным критериям.

Причем страховщикам разрешено связывать значения базовых ставок страховых тарифов с определенными факторами, что влияет на итоговую стоимость полиса. Главное, что-

бы установленные самостоятельно значения находились в границах минимальных и максимальных базовых ставок страховых тарифов, предусмотренных регулятором.

Общая формула для расчета страховых премий по договорам ОСАГО предельно проста – базовая ставка умножается на все коэффициенты страховых тарифов. Полученное произведение и является итоговой суммой страховки. Но поскольку страховщикам предоставлена определенная свобода в регулировании базовых тарифов, на практике возникают существенные разрывы в стоимости полисов ОСАГО даже при схожих условиях страхования.

Базовые ставки

Индивидуальный базовый тариф по ОСАГО для конкретного водителя страховые компании определяют самостоятельно. Но он должен находиться в пределах тарифного коридора (минимальных и максимальных значений), установленного Банком России. Регулятор ставит значение тарифа в зависимость от трех главных факторов:

- каковы технические характеристики и конструктивные особенности автомобиля;
- кто является собственником – физическое или юридическое лицо;
- для каких целей используется транспортное средство (далее – ТС).

Страховщики могут самостоятельно определять и набор факторов, влияющих на устанавливаемые ими базовые тарифы. В законе об ОСАГО [1] перечисляются лишь некоторые из них – неоднократное в течение года, предшествующего дате заключения договора, привлечение к административной ответственности за грубые нарушения ПДД (например, проезд на красный свет, превышение скорости движения более чем на 60 км/ч, выезд на полосу встречного движения). Но с одной оговоркой – такие нарушения должны быть зафиксированы сотрудниками Госавтоинспекции, а не дорожными камерами. Другим фактором может быть лишение права управления ТС за вождение в нетрезвом виде и т. д.

Коэффициенты страховых тарифов

Банк России ставит коэффициенты страховых тарифов в зависимость от:

1) территории преимущественного использования ТС (коэффициент КТ);

2) количества произведенных страховщиками страховых возмещений в предшествующие периоды при осуществлении обязательного страхования по фактам аварий, совершенных владельцем ТС или водителями, допущенными к управлению им (коэффициент КБМ), этот показатель отражает уровень аварийности водителя – чем чаще он становится виновником ДТП, тем выше будет коэффициент КБМ;

3) технических характеристик (мощности двигателя) ТС (коэффициент КМ);

4) отсутствия в договоре обязательного страхования условия, предусматривающего управление ТС только указанными страхователем водителями (коэффициент КО);

5) характеристик (навыков) водителей, допущенных к управлению автомобилем, на который оформляется страховка (стажа управления ТС соответствующей категории, возраста водителя) (коэффициент КВС);

6) срока действия договора обязательного страхования (за исключением краткосрочного договора ОСАГО), сезонного и иного временного использования автомобиля (коэффициент КС).

Коэффициент КТ для физических лиц определяется по месту жительства собственника автомобиля. Он связан со статистикой страховых выплат в конкретном регионе. Поскольку вероятность наступления страховых случаев в крупных городах больше, то и коэффициент для них будет выше, чем для небольших городов или поселков. Информацию о месте жительства автовладельца страховщик может узнать либо из паспорта ТС или свидетельства о его регистрации, либо из паспорта самого владельца автомобиля.

Важно учитывать, что для расчета КТ используется именно адрес постоянной регистрации – поскольку временная регистрация не отражается в паспорте, адрес фактического проживания не будет иметь значения для расчета. Например, если автовладелец зарегистри-

рован в Санкт-Петербурге, но фактически проживает в Самаре, то для расчета будет взят именно коэффициент КТ, установленный для Санкт-Петербурга. Но если в дальнейшем он пропишется в Самаре и перерегистрирует автомобиль по месту новой прописки, то этот коэффициент станет ниже.

Коэффициент КБМ

Коэффициент КБМ зависит от аварийности – учитываются ДТП, совершенные по вине страхователя за прошлый период. КБМ устанавливается в соответствии с табл. 1.

Таблица 1

Значения коэффициента КБМ

N п/п	Класс КБМ на период КБМ	Коэффициент КБМ на период КБМ	Класс КБМ				
			отсутствие страховых возмещений за период КБМ	одно страховое возмещение за период КБМ	два страховых возмещения за период КБМ	три страховых возмещения за период КБМ	более трех страховых возмещений за период КБМ
1	М	3,92	0	М	М	М	М
2	0	2,94	1	М	М	М	М
3	1	2,25	2	М	М	М	М
4	2	1,76	3	1	М	М	М
5	3	1,17	4	1	М	М	М
6	4	1	5	2	1	М	М
7	5	0,91	6	3	1	М	М
8	6	0,83	7	4	2	М	М
9	7	0,78	8	4	2	М	М
10	8	0,74	9	5	2	М	М
11	9	0,68	10	5	2	1	М
12	10	0,63	11	6	3	1	М
13	11	0,57	12	6	3	1	М
14	12	0,52	13	6	3	1	М
15	13	0,46	13	7	3	1	М

КБМ присваивается водителю один раз в год – 1 апреля и действует до 31 марта следующего года включительно. Причем это значение не меняется при смене автомобиля, поскольку присваивается именно водителю. Напомним, с 1 апреля 2022 года Банк России дифференцировал КБМ на классы и связал их с аварийностью вождения – для тех, кто ездит аккуратно и не попадает в ДТП, этот коэффициент стал ниже, а для тех, кто часто становится виновником аварий, – выше. Сейчас максимальная скидка, которую можно получить с учетом КБМ, – 54%

Коэффициент КМ

Коэффициент КМ зависит от мощности двигателя автомобиля и определяется в границах значений, представленных в табл. 2.

Страховщик может узнать необходимые для расчета этого коэффициента сведения из паспорта ТС или свидетельства о его регистрации. Если же в этих документах нет необходимых данных, то используются соответствующие сведения из каталогов заводов-изготовителей и других официальных источников. При этом если мощность двигателя указана только в киловаттах, то страховщику необходимо произвести перерасчет в лошадиные силы исходя из соотношения 1 киловатт-час = 1,35962 лошадиной силы.

Таблица 2
Значения коэффициента КМ

N п/п	Мощность двигателя (лошадиных сил)	Коэффициент КМ
1	До 50 включительно	0,6
2	Свыше 50 до 70 включительно	1
3	Свыше 70 до 100 включительно	1,1
4	Свыше 100 до 120 включительно	1,2
5	Свыше 120 до 150 включительно	1,4
6	Свыше 150	1,6

Коэффициент КО

Коэффициент КО принимается равным 1, если в договоре ОСАГО имеется ограничение количества лиц, допущенных к управлению ТС, или 2,32 – если такое ограничение не установлено. Последнее значение касается только физлиц, для организаций этот коэффициент ниже (1,97).

Коэффициент КВС

Коэффициент КВС определяется в границах следующих значений, представленных в табл. 3.

Таблица 3
Значения коэффициента КВС

N п/п	Стаж, лет \ Возраст, лет	0	1	2	3-4	5-6	7-9	10-14	Более 14
1	16-21	2,27	1,92	1,84	1,65	1,62			
2	22-24	1,88	1,72	1,71	1,13	1,10	1,09		
3	25-29	1,72	1,60	1,54	1,09	1,08	1,07	1,02	
4	30-34	1,56	1,50	1,48	1,05	1,04	1,01	0,97	0,95
5	35-39	1,54	1,47	1,46	1,00	0,97	0,95	0,94	0,93
6	40-49	1,50	1,44	1,43	0,96	0,95	0,94	0,93	0,91
7	50-59	1,46	1,40	1,39	0,93	0,92	0,91	0,90	0,86
8	старше 59	1,43	1,36	1,35	0,91	0,90	0,89	0,88	0,83

Коэффициент КС

Коэффициент КС зависит от периода использования ТС – чем реже автомобиль используется, тем ниже этот коэффициент. Например, если в течение года автовладелец пользуется машиной всего 3 месяца, коэффициент будет 0,5, если более полугода, но меньше 7 месяцев включительно, то – 0,8, а если свыше 9 месяцев – то 1.

В отношении ТС, зарегистрированных в иностранных государствах и временно используемых на территории России, действует дополнительный коэффициент КП, который касается срока страхования. Например, при сроке страхования от 5 до 15 дней он будет составлять 0,2, при сроке в 2 месяца – 0,4, 4 месяца – 0,6, 8 месяцев – 0,9, а 10 месяцев и более – 1 [2].

В качестве коэффициентов могут выступать и иные обстоятельства, существенно влияющие на вероятность причинения вреда при использовании ТС и на потенциальный размер причиненного вреда (п. 3 ст. 9 закона об ОСАГО). Но в любом случае максимальный размер страховой премии по договору ОСАГО не может превышать установленное Банком России для соответствующего ТС максимальное значение базовой ставки, скорректированное с учетом коэффициентов страховых тарифов (п. 4 ст. 9 закона об ОСАГО) [1].

Следует помнить, что стоимость полиса ОСАГО может меняться и для одного владельца ТС – например, полис подешевеет при езде без аварий или подорожает при приобре-

тении более мощной машины, совершении ДТП по своей вине или допуске к управлению автомобилем человека с небольшим водительским стажем.

Таким образом, формула расчета полиса ОСАГО будет иметь вид:

БТ х КТ х КБМ х КМ х КО х КВС х КС = цена полиса.

Был произведен расчет стоимости ОСАГО среднестатистического водителя, использовавшего свой автомобиль в такси в Нижнем Новгороде. Возраст 46 лет, 25 лет - водительский стаж, автомобиль Лада Гранта 2024 года.Раньше у водителя был класс 13 и минимальный КБМ 0,46, но прошлым летом он дважды стал виновником ДТП, соответственно, его класс снизился до 3, а КБМ возрос до 1,17. Исходные данные для расчета ОСАГО: мощность двигателя – 90 л.с., водительский стаж – 25 лет, страховка оформляется сроком на год без ограничения количества лиц, допущенных к управлению ТС. Базовый тариф установлен страховщиком для такси на уровне 7 000 руб.

7000*1,64*1,17*1,1*2,32*0,91*1=31 192,5 руб.

Библиографический список

1. Федеральный закон от 25.04.2002 N 40-ФЗ (ред. от 25.12.2023) "Об обязательном страховании гражданской ответственности владельцев транспортных средств" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.10.2024);
2. Коэффициенты страховых тарифов, Приложение 2 к Указанию Банка России от 8 декабря 2021 г. № 6007-У "О страховых тарифах по обязательному страхованию гражданской ответственности владельцев транспортных средств".

УДК 629.3

БАЛЯБИН А.С., САМСОНОВ П.В., СОФРОНОВ А.А.

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СЛЕПЫХ ЗОН

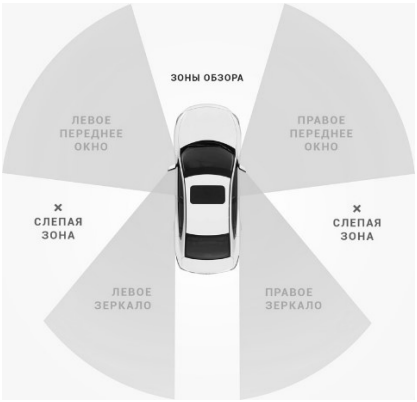
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В регионах России в период с 01.01.2024 г. по 01.12.2024 г. произошло 105,7 тысяч дорожно-транспортных происшествий (далее ДТП). По статистике причиной 70% произошедших ДТП является наличие слепых зон у транспортного средства (ТС).

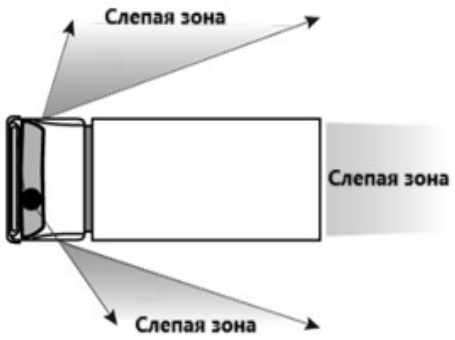
Слепая зона – это область вблизи ТС, не просматриваемая водителем. Размер слепых зон и их расположение зависит от типа ТС и его конструктивных особенностей. На рис. 1 представлено расположение слепых зон в зависимости от типа ТС.

Слепая зона представляет опасность не только для водителя и пассажиров ТС, но и для пешеходов. Слепые зоны, возникающие спереди ТС, повышают риск столкновения при выполнении разворота или поворота на перекрестках проезжей части, а также могут явится причиной наезда на пешехода. Появление данных зон связано с наличием передних стоек и капотной компоновки ТС. Слепые зоны сзади ТС возникают при движении задним ходом. Они представляют наибольшую опасность, так как являются обширными для грузовых ТС и автобусов.

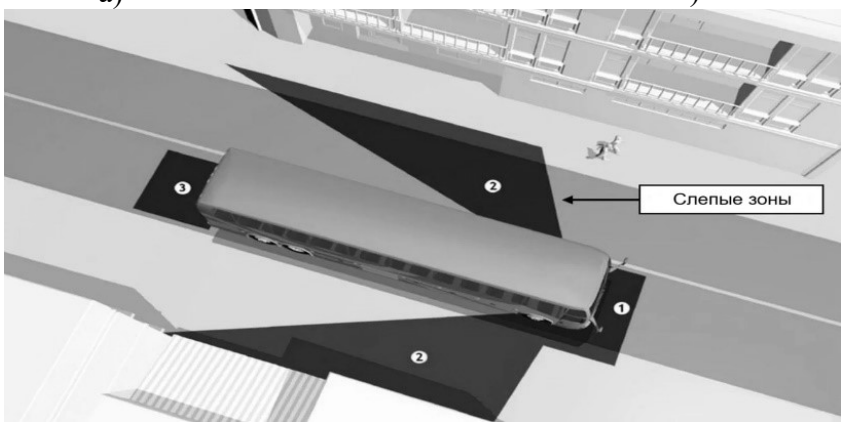
В настоящее время автопроизводители все чаще прибегают к внедрению системы мониторинга слепых зон в выпускаемые ТС. Порядок оснащения ТС данной системой регламентируют Правила ООН № 46 «Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения устройств непрямого обзора и механических транспортных средств в отношении установки этих устройств».



а)



б)



в)

Рис.1. Расположение слепых зон:
а) легкового ТС; б) грузового ТС; *в)* автобуса.

Система мониторинга слепых зон – система, которая определяет наличие транспортных средств в одной или нескольких прилегающих зонах и информирует водителя транспортного средства [1].

Система мониторинга слепых зон предназначена для обнаружения транспортных средств и пешеходов в «слепых» зонах. Она оценивает окружающую обстановку вокруг ТС и сигнализирует водителю, о находящемся в соседнем ряду или о приближающемся сзади ТС.

При скорости транспортного средства 20 км/ч и выше активируется режим контроля слепых зон, который отслеживает присутствие сторонних транспортных средств в слепых зонах в соседних полосах слева и справа, при необходимости предупреждает о потенциальных рисках столкновения в режиме реального времени.

Когда стороннее транспортное средство приближается сзади на высокой скорости и время до столкновения составляет менее 3 секунд, система выдает предупреждение и информирует водителя об опасности [2].

Система состоит из датчиков, камер, индикаторов и электронных блоков управления (далее ECU) (рис.2). Во время движения датчики производят сканирование окружающего пространства в режиме реального времени и отправляют сигналы в ECU. Он обрабатывает сигналы, полученные от датчиков, в зависимости от типа сигнала активирует индикаторы. Индикаторы монтируются в наружные зеркала заднего вида и несут информационную функцию для водителя.

Камеры, встроенные в боковые зеркала или задний бампер, обеспечивают визуальный контроль над слепыми зонами и передают изображение на дисплей в салоне ТС [3].

К достоинствам системы слепых зон следует отнести повышение безопасности (сокращение количества ДТП, снижает стресс водителя при движении в сложных погодных условиях), повышение комфорта (контроль обстановки вокруг ТС, функционирование в фоновом режиме).

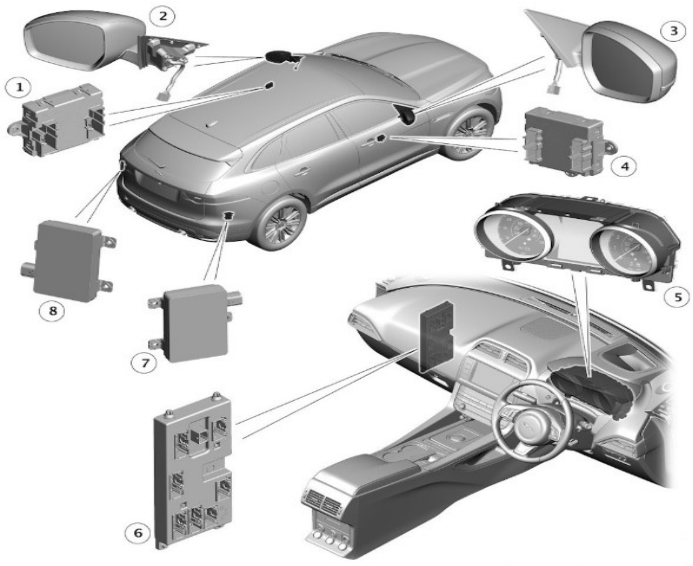


Рис.2. Устройство системы мониторинга слепых зон:
1 – блок двери водителя (DDM); 2, 3 – сигнализатор на зеркале двери; 4 – блок двери пассажира (PDM); 5 – информационная панель на комбинации приборов; 6 – узел блока управления системами кузова/межсетевого блока (BCM/GWM); 7, 8 – блок управления системой контроля "слепых" зон (BMCM)

К недостаткам относят: стоимость ТС, стоимость технического обслуживания и ремонта, возможность возникновения ошибок при функционировании (например, ложные срабатывания), неэффективное срабатывание при высокой скорости движения.

Таким образом, внедрение системы мониторинга слепых зон в качестве дополнительной системы безопасности, призвано снизить усталость и уровень стресса водителя, тем самым минимизировать риск возникновения ДТП.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 58808-2020 «Автотранспортные средства. Системы мониторинга слепых зон. Общие технические требования и методы испытаний» от 20.02.2020.
2. Радар 2 в 1: Система парковки + контроль слепых зон. Описание системы. // URL: https://movon.pro/wp-content/uploads/2023/12/PABSD-2-v-1-OPISANIE-SISTEMY-RUS.pdf. (дата обращения: 15.11.2024).
3. Что такое система контроля слепых зон BSD? // AUTOTOPIK URL: https://autotopik.ru/elektronnye-sistemy/chto-takoe-sistema-kontrolya-slepyh-zon-bsd.html. (дата обращения: 20.11.2024).

УДК 629.3.06

БАЛЯБИН А.С., САМСОНОВ П.В., СОФРОНОВ А.А.

МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ ПРИЕМНИКА GPS/ГЛОНАСС АТС. ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ НА БЕЗОПАСНОСТЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На сегодняшний день в большинстве автотранспортных средств (далее АТС) применяется аппаратура спутниковой навигации (далее АСН). Основные задачи АСН состоят в определении текущего местоположения, направления и скорости движения по сигналам не ме-

нее двух действующих глобальных навигационных спутниковых систем, в обмене данными с дополнительным бортовым оборудованием, а также в обмене информацией по сетям подвижной радиотелефонной связи [1].

АСН могут отличаться друг от друга применением различных спутниковых систем навигации (GPS, ГЛОНАСС, BDS (BeiDouNavigationSatelliteSystem) и Galileo).

Самыми популярными для применения спутниковыми системами остаются GPS (GlobalPositioningSystem с англ. – Глобальная навигационная система, разработана США в конце 80-х годов XX века) и ГЛОНАСС (Глобальная навигационная спутниковая система, запущена СССР в 1982 г.).

Принцип работы данных систем основан на отслеживании и анализе временных и пространственных координат объекта.

Важным оценочным параметром спутниковых систем является точность позиционирования – характеристика, определяющая корректность отображения координат, высоту над уровнем моря, определение точки нахождения устройства, запись треков и маршрутов.

Точность позиционирования зависит от ряда факторов, в том числе от ошибки оборудования навигационных спутников, ошибки GPS/ГЛОНАСС приемника и ошибки распространения спутникового сигнала. В общем случае, точность позиционирования для бытового GPS/ГЛОНАСС приемника составляет порядка 15 метров. Источниками ошибок могут быть следующие причины [2]:

- недостаточное количество видимых спутников;
- неточность эфемерид и ошибки спутниковых часов;
- помехи отраженного сигнала на антенну спутникового приемника;
- помехи, связанные с изменение условий приема сигналов со спутников (проезд по туннелю, плотно застроенной территории, лесистой местности);
- задержка по времени в аппаратуре приемника,
- проблемы, связанные с питанием навигационного устройства (например, обесточивание терминала или сильные помехи от электросети на аппаратуру терминала);
- ионосферная задержка;
- тропосферная задержка.

1 Метод определения точности позиционирования АТС

1.1 Основы метода

Предлагаемый метод определения точности позиционирования АТС построен на проведении сравнительного анализа координатных точек, определенных приемником GPS/ГЛОНАСС и измерительным прибором, и расчета кратчайшего расстояния между найденными точками географических координат.

1.2 Общие требования

При определении точности позиционирования данным методом необходимо соблюдать требования, предъявляемые к измерительному прибору, АТС, измерительной площадке, погодным условиям.

1.2.1 Требования к измерительному прибору:

- способность принимать радионавигационный сигнал системы GPS и (или) ГЛОНАСС.

1.2.2 Требования к АТС:

- АТС должно соответствовать нормативной и конструкторской документации;
- АТС не должно иметь внешних повреждений;
- АТС должно быть полностью исправным, а при подключении диагностического оборудования к системе управления двигателем, должны отсутствовать текущие ошибки.

1.2.3 Требования к измерительной площадке:

- равнинная местность;
- отсутствие рядом стоящих высотных зданий и сооружений;
- отсутствие высоких насаждений;
- низкая помехонагруженность.

1.2.4 Требования к погодным условиям

Рекомендуется проводить определение точности позиционирования приемника GPS/ГЛОНАСС при отсутствии следующих погодных явлений: облачности, геомагнитных бурь, атмосферных возмущений (циклонов, антициклонов, ураганов, смерчей и т.п.).

1.3 Проведение измерений

Заранее оснащенное приемником GPS/ГЛОНАСС и измерительным прибором АТС установить на измерительную площадку.

При помощи измерительного прибора вычислить координатные точки. Данные точки координат можно считать эталонными. На основе полученных данных будет производиться расчет кратчайшего расстояния между двумя точками географических координат.

При помощи сервисов мониторинга определить координаты местоположения, найденные приемником GPS/ГЛОНАСС.

Зафиксировать полученные результаты измерений в журнале испытаний для последующей обработки.

1.4 Расчет кратчайшего расстояния между двумя точками географических координат

Расчет кратчайшего расстояния между двумя точками географических координат выполняется по формуле 1 [3]:

$$D = \arccos\left(\sin(\varphi_A) \cdot \sin(\varphi_B) + \cos(\varphi_A) \cdot \cos(\varphi_B) \cdot \cos(\lambda_A - \lambda_B)\right), \quad (1)$$

где d – расстояние между двумя точками координат, измеряемое длиной дуги большого круга земного шара, в радианах;

$_A$, $_B$ – значение широты контрольных точек, в радианах;

$_A$, $_B$ – значение долготы контрольных точек, в радианах.

Расстояние между двумя точками географических координат, измеряемое в метрах, определяют по формуле 2:

$$L = d \cdot R, \quad (2)$$

где L – расстояние между точками географических координат, м;

R = 6 371 210 м – средний радиус земного шара.

2 Влияние точности позиционирования на безопасность

В большинстве АТС применяются устройства, которые включают в себя АСН. Функция устройств состоит в определении и передачи координат местоположения в экстренные службы или на мониторинговые сервисы.

Одна из важнейших электронных систем, обеспечивающая пассивную безопасность АТС, является система «ЭРА-ГЛОНАСС». Установка системы «ЭРА-ГЛОНАСС» является обязательной на транспортные средства, выпущенные позднее 2017 года.

Общие требования к таким устройствам и их функционированию регламентированы Правилами ООН № 144 «Единообразные предписания, касающиеся систем вызова экстренных служб (СВЭС)».

При возникновении экстренной ситуации производится воздействие на органы управления АСН и кнопку подачи «Сигнала бедствия» и (или) кнопку вызова диспетчера, которые должны быть установлены в кабине АТС в зоне досягаемости с рабочего места водителя без изменения положения тела [1]. При вызове осуществляется автоматическая передача данных местоположения оператору экстренных служб.

АСН должны определять местоположение АТС с высокой степенью точности. Точность позиционирования устройств вызова экстренных служб оказывает прямое влияние на скорость поиска спасателями АТС, которое в результате ДТП может находиться вне зоны прямой видимости. Тем самым увеличивается шанс на скорое спасение жизней пострадавших и оказания им первой помощи, что в свою очередь помогает минимизировать возникновение осложнений при транспортировке и дальнейшей реабилитации пострадавших.

Выводы

Предложен метод определения точности позиционирования приемника GPS/ГЛОНАСС на АТС относительно измерительного прибора, который заключается в определении кратчайшего расстояния между двумя точками географических координат расчетным способом.

Рассмотрено влияние точности позиционирования на безопасность водителя и пассажиров АТС.

УДК 656.033.93

БЕЛЬСКАЯ Ю.Д., ЛЕВИН М.Р., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПЕРЕВОЗКИ И ХРАНЕНИЯ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ООО «Русвинил» – предприятие по производству поливинилхлорида и каустической соды в г. Кстово, Нижегородской области. Мощности предприятия составляют: 300 тыс. т/год суспензионного ПВХ;30 тыс. т/год микросуспензионного ПВХ; 225 тыс. т/год каустической соды. С 2023 года входит в группу компаний ПАО «Сибур-Холдинг» .«РусВинил» выпускает суспензионный и микросуспензионный поливинилхлорид – универсальный полимер, который применяется повсеместно в таких широких сферах как медицина, строительство, транспорт, наука, производство потребительских товаров. География продаж продукции достаточно расширена – по всей России и значительная часть зарубежья – страны СНГ, Европа, Азия. Производимая продукция хранится на территории предприятия на хорошо оснащенном складском комплексе, оборудованном всеми необходимыми инструментами и местами хранения. Поливинилхлорид хранится на паллетах в двух вариантах – в ламинированных биг-бэгах и бумажных мешках.

Так как продукта производится большое количество, то предприятие пользуется услугами хранения внешних складов, в качестве одного из них можно взять поставщика услуг хранения, находящегося на территории г. Нижний Новгород.

Стоимость хранения за последний год значительно увеличилась из-за изменения ценообразования тарифов и объема погрузо-разгрузочных работ. Если учесть среднемесячные показатели и посчитать, то цена услуг хранения выросла в 6 раз в 2024 г. по сравнению с 2023 г. Так как предприятие не планирует уменьшать объемы производства продукции, то ситуация с потребностью мест хранения будет актуальна в ближайшие годы.

На основании вышесказанных слов следует предположить, что если на территории ООО «Русвинил» организовать строительство дополнительного складского комплекса, то это поможет сэкономить большую часть денежных средств, которые на данный момент затрачиваются на:

а) оплату хранения поливинилхлорида и услуг погрузо-разгрузочных работ на внешнем складе. Примем во внимание, что на аутсорсинге предприятия находится подрядная организация, которая также оказывает услуги по погрузо-разгрузочным работам, хранению, кросс-докингу, проектированию, поэтому в дальнейшем для обслуживания нового склада можно привлекать силы персонала данного подрядчика;

б) большой процент денежных средств, затрачиваемых на постоянную перевозку продукта с территории предприятия на внешний склад также будет сэкономлен, т.к. организация перевозочного процесса тоже требует привлечение сил обслуживающего персонала и транспортных средств внешних организаций, оказывающих услуги по перевозкам;

в) при погрузке продукта и выгрузке используются вилочные погрузчики, работа которых нередко приводит к тому, что упаковка приобретает значительные повреждения. Это влечет за собой потерю продукта и его порчу, а мешки приобретают непригодный к продаже

вид. При очень больших потерях необходимо привлекать силы складских сотрудников, собирать продукт в тару, возвращать на склад изготовителя и производить дополнительные мероприятия по его утилизации или повторному использованию.

Очевидно, что строительство складского комплекса окажет существенное влияние на внутренние и внешние движения груза. Это поможет произвести оптимизацию расходов на автоперевозки и хранение продукции.

УДК 656.015

ВЕСЕЛОВ В.А., БЕРДНИКОВ Л.А., МИХЕЕВ А.В.

ПРОБЛЕМА ПАРКОВОЧНЫХ МЕСТ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

За более чем сто лет с момента, когда автомобили стали доступны широким массам, вопрос парковки из незначительной проблемы превратился в серьезную задачу. Сначала этой темой никто не интересовался, затем она стала предметом обсуждений, а вскоре большинство парковок стали платными. В настоящее время наличие парковочного места воспринимается как более значительное достижение, чем обладание собственным автомобилем. В разных странах этапы этого процесса проходили в разные времена, но в целом тенденция была одинакова – рост числа платных парковочных мест. Лишь в XXI веке, в эпоху новых технологий и оптимизации, возникли идеи, способные если не изменить этот курс, то хотя бы замедлить его. В данной статье рассматриваются разнообразные современные парковки, нацеленные на решение проблемы нехватки мест для парковки.

Первая и основная тенденция современности заключается в увеличении эффективности использования парковочных пространств: как разместить больше автомобилей на ограниченной площади? Вторым важным аспектом является внедрение платных парковок и рост цен на их услуги. Сегодня технологии способны значительно улучшить использование парковочного пространства, в разы превышая возможности традиционных наземных парковок. Однако, стоимость реализации таких усовершенствованных парковочных систем гораздо выше, чем простых одноуровневых решений. На рынке представлено множество производителей парковочных систем, включая известные бренды, такие как SkylineParking, MPSystem, ParkingSet и Wohr, а также менее известные компании и даже анонимные производители.

Парковки можно разделить на два основных типа: автоматизированные (где автомобили передвигаются с помощью специально разработанных механизмов) и неавтоматизированные (например, уличные площадки, подземные паркинги или многоуровневые стоянки, которые не требуют механического перемещения). В данном обзоре приведены различные виды механизированных парковок.

Зарождение проблемы. Наземные парковки

Классическая парковка, какой мы все ее себе представляем, в XX веке коренным образом сначала изменила жизнь США, являвшейся ведущей автодержавой, а затем и остальных развивающихся экономик мира. Наземные парковки создали проблему разорванности инфраструктуры. Суть ее в том, что городской ландшафт с жилыми домами, аптеками, поликлиниками, парикмахерскими, ресторанами и прочими атрибутами цивилизованной жизни постепенно превратился в океан припаркованных всюду машин и соединяющих парковки развязок, где островками разбросаны те самые объекты. Ярким примером служат современные торговые центры в преддверии и во время новогодних праздников. В результате даже самые ярые противники автомобилизации вынуждены обзаводиться автомобилями, чтобы перемещаться от одного "острова" к другому. Это обстоятельство привело к дальнейшему раздвижению парковок между городскими зданиями и сделало городской ландшафт фраг-

ментированным и растянутым. В итоге жизнь оказалась сосредоточенной вокруг узлов активности, окруженных транспортной сетью.

Опыт, накопленный за 100 лет присутствия автомобиля в городе, показывает: населенные пункты (даже самые старые) могут адаптироваться практически к любому уровню автомобилизации. Отметку в 500–600 автомобилей на 1000 жителей превзошли сегодня города всех стран с высоким душевым доходом, «мировой рекорд» (США и Австралия) давно преодолел рубеж в 900 автомобилей. Разумеется, никакого бесплатного транспортного счастья (и тем более транспортной свободы) при этом нигде уже не наблюдается, однако города остаются более-менее удобными для жизни, а мобильность горожан поддерживается на уровне, совместимом с этим базовым требованием.

Оптимизация и примеры компоновочных решений

Что же придумал мировой разум для оптимизации хранения автомобиля? Решений масса – от относительно простых и доступных до самых прогрессивных и дорогих. Хотя цель у любой парковочной конструкции одна – максимально эффективно распределить парковочное пространство. Именно потому на место парковок с высокими потолками приходят компактные механизированные многоуровневые паркинги.

Роторная парковка (рис. 1) – это тип парковки, в котором подъем и спуск автомобилей осуществляются по принципу вращения платформы, закрепленной на горизонтальном основании. Она легко собирается и в случае необходимости разбирается и занимает всего лишь три парковочных места.



Рис. 1. Пример роторной парковки

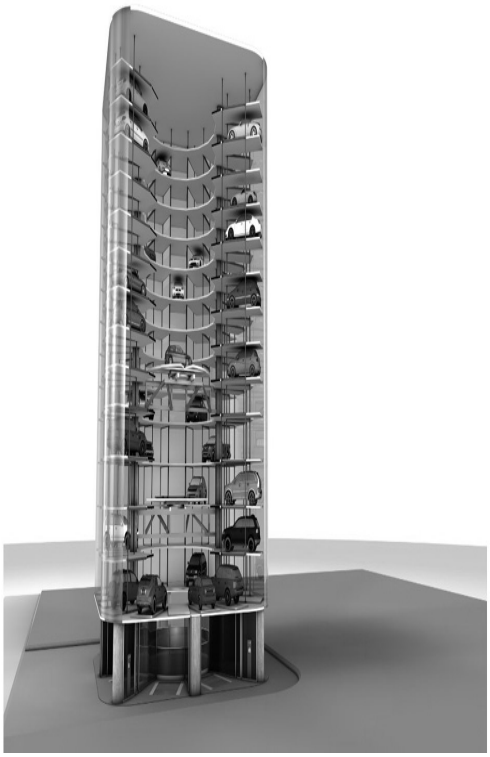


Рис. 2. Пример башенной парковки

Башенная парковка (рис. 2) – это многоуровневая система парковки, в которой автомобили хранятся на отдельных уровнях, закрепленных на неподвижных платформах. Она отличается высокой степенью автоматизации, что позволяет минимизировать участие водителей в процессе парковки автомобилей. Башенные парковки обычно состоят из подъемных механизмов, которые перемещают автомобили между уровнями. Это обеспечивает максимальную эффективность использования пространства и снижает затраты на эксплуатацию, так как подъемные механизмы работают автономно, без необходимости постоянного присутствия операторов.

Существуют модификации, в которых ячейки находятся с четырех сторон шахты. Бывает, когда башенная парковка имеет круговое сечение, что дополнительно увеличивает число машиномест. К тому же модульные паркинги башенного типа могут иметь зону приема и выдачи автомобилей, оснащенную поворотным столом, разворачивающим машину передом к выезду.

На международном языке их именуют TowerParking. Это многоуровневая самонесущая конструкция, которая имеет центральный подъемник лифтового типа с одно- или двухкоординатным манипулятором.

Паркинг типа «пазл» (**пазловый паркинг**) (рис. 3) устроен по принципу матрицы со свободной колонкой (ячейкой). Независимый тип парковки реализуется за счет перемещения поддонов хранения автомобилей по уровням загрузки вверх-вниз и вправо-влево для освобождения нужной ячейки. Данный тип парковки представляет собой систему, в которой автомобили располагаются на горизонтальных уровнях, закрепленных на стойках-шлягах, что позволяет максимально эффективно использовать пространство. В такой парковке автомобили находятся в непосредственной близости, что обеспечивает экономичную и удобную эксплуатацию.

Паркинг имеет встраиваемые модули и может размещаться внутри зданий. Специально для этого организован модульный принцип компоновки. Он позволяет формировать парковочный комплекс с необходимой емкостью путем стыковки модулей и вариации количества уровней в них.

Управление перемещением ячеек-«машиномест» происходит либо вручную (с пульта модуля), либо логическим контроллером, что позволяет закрепить определенное машиноместо за конкретным пользователем. Так же, как и в случае с роторной парковкой, конструкция модуля предусматривает возможность его демонтажа и переноса на новое место. Но сам процесс переезда пазлового паркинга заметно сложнее.



Рис. 3. Пример пазлового паркинга



Рис. 4. Пример стеллажной парковки

Стеллажная парковка (рис. 4) – это многоуровневый паркинг, в котором автомобили хранятся на специальных платформах, установленных на нескольких уровнях. Эти платформы перемещаются с помощью подъемных механизмов, что позволяет эффективно использовать пространство и минимизировать участие водителей в процессах парковки. Стеллажная парковка обеспечивает максимальное использование пространства.

Недостатками стеллажной парковки могут быть высокие затраты на её создание и эксплуатацию, сложность управления подъемными механизмами, а также возможность появления аварийных ситуаций из-за сбоев оборудования.

Все перечисленные типы высокотехнологичных парковок в России пока еще редкость. Самые популярные машиноместа у нас по-прежнему преимущественно наземные: «карманы» во дворах и на улицах, площадки у зданий и офисов. Реже встречаются подземные и наземные многоуровневые парковки и стоянки на крышах.

Подводя итог, можно сказать, что за прошедшее столетие парковки изменились чрезвычайно сильно. Из ничем не оборудованной площадки они превратились в сложные инженерные конструкции, главной задачей которых является эффективное распределение пространства. Но дефицит парковочного пространства и техническая сложность внедрения современных паркингов неизбежно ведет к платности оных. Впрочем, в России все еще можно припарковать автомобиль бесплатно и весьма вольготно. Однако вряд ли такая ситуация продлится долго [1].

Библиографический список

1. Как решается проблема дефицита парковочного пространства в нормальных странах и у нас? : сайт. URL: https://www.drom.ru/info/misc/50304.html (дата обращения 12.12.2024)
2. СП 113.13330.2023 Стоянки автомобилей СНиП 21-02-99*

УДК 656.02.

ГОЛУБЕВА М.В., ГОЛУБЕВ М.В.

РАЗБОТКА МАРШРУТА ДОСТАВКИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАПЧАСТЕЙ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММЫ «ГРАФОАНАЛИЗАТОР» ИЗ ОПТОВОГО СКЛАДА Г. ДЗЕРЖИНСК

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В городе Дзержинске находится оптовый склад, на котором хранятся запасные части для автомобилей. Их нужно доставить в десять пунктов.

В таблице 1 приведены данные о пунктах доставки в населенные пункты Нижегородской области.

Таблица 1
Пункты доставки

Номер п/п	Населенный пункт
1	Бор
2	Балахна
3	Гороховец
4	Вязники
5	Павлово
6	Чкаловск
7	Семёнов
8	Пучеж
9	Ковернино
10	Воротынец

Для определения кратчайшего маршрута до каждой оптовой точки, расположенной в этих населенных пунктах, используется метод кратчайших расстояний, для чего изучается расположение всех пунктов по отношению к пункту отправления и составляется граф, на котором все пункты связаны автомобильными дорогами, которые являются дугами графа.

При составлении графа необходимо найти все возможные автомобильные дороги между пунктами с учетом категории автомобильных дорог. В задании предусмотрена перевозка на автомобиле типа «Газель».

На рис. 1 представлено географическое расположение всех пунктов задания.

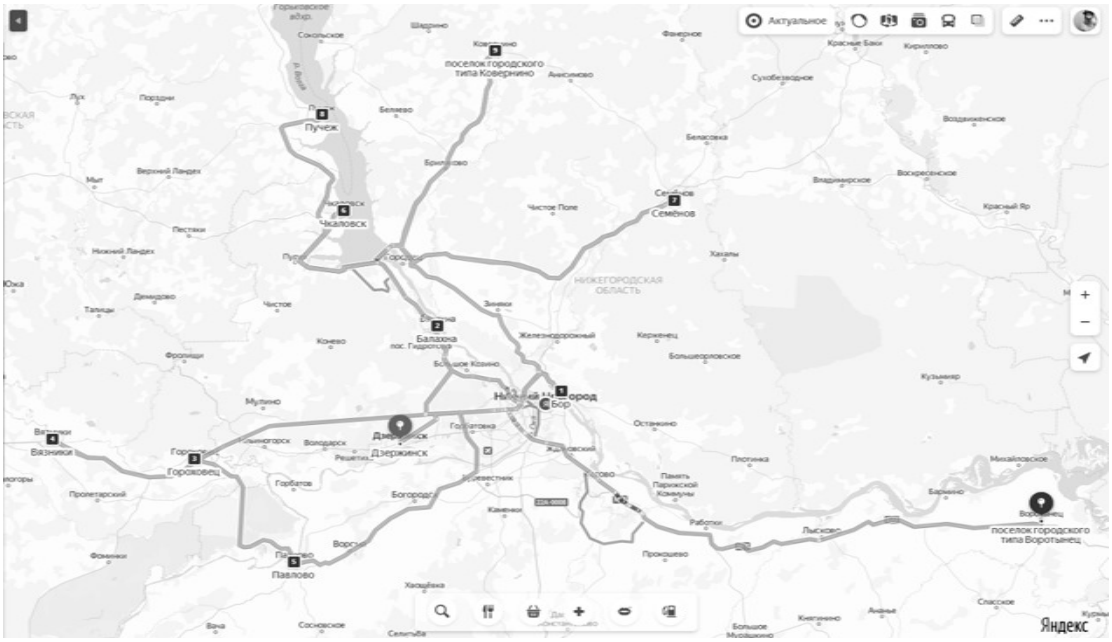


Рис.1. Взаимное расположение пункта отправления (Дзержинск) и пунктов назначения

Как видно из рисунка, все пункты кроме пяти (Пучеж, Чкаловск, Балахна, Семёнов, Ковернино) расположены на юге Нижегородской области.

Составим граф, на котором будут отражены все дороги. Связывающие указанные пункты. Для упрощения решения в промежуточных пунктах будут указаны кратчайшие расстояния. Так, например, маршрут от Дзержинска до Чкаловска проходит через г. Заволжье. В Кстово можно добраться по нескольким маршрутам; предположим, что выбрано кратчайшее расстояние от Дзержинска до Чкаловска. Отмечены только узловые пункты (рис. 2).

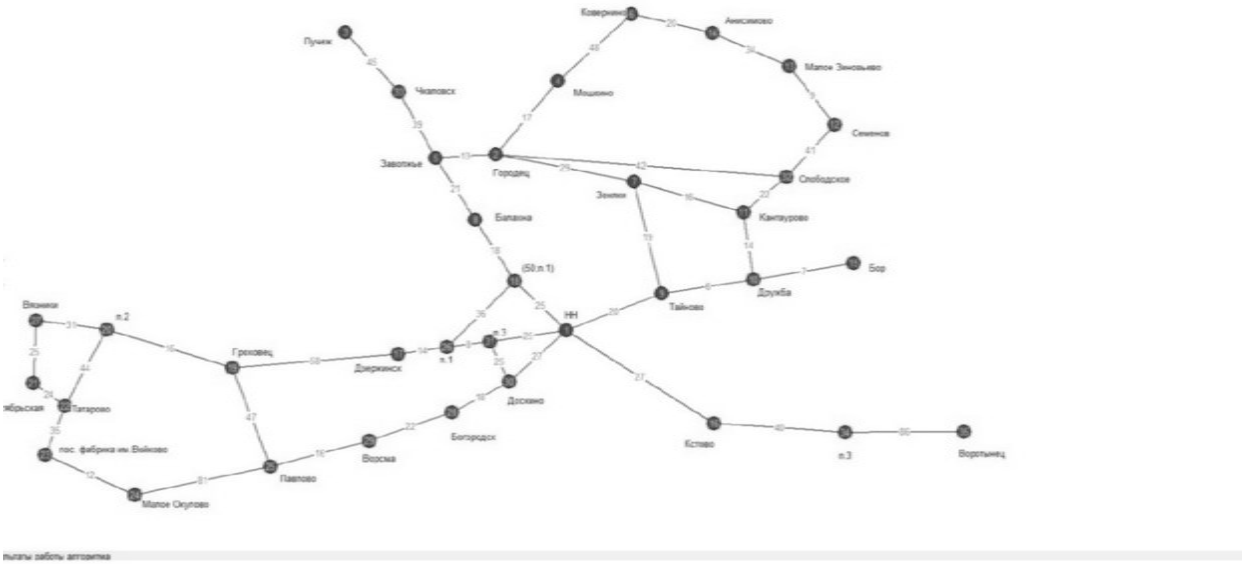


Рис.2. Граф пунктов доставки клиента

Порядок решения

1. Находятся расстояния между всеми вершинами графа. Для удобства решения задачи все вершины графа кроме пункта отправления, обозначают цифрами.
2. Каждой вершине присваивается метка, состоящая из 2 чисел.
3. Базовому узлу присваивается метка в круглых скобках.

4. Если метка заключается в квадратные скобки, она называется «временной», то есть кротчайшее расстояние еще не найдено, а если в круглые «постоянная».
5. Задача считается решенной, когда все метки «постоянные».
6. Узел, для которого нашли минимальное расстояние закрашивают и называю отмеченным.
7. Начинают решение задачи со стартового узла и находят метки связанных с ним узлов.
8. Среди всех меток (временных) находят метку минимальным расстоянием перевозки, ее обводят в круглые скобки, а узел закрашивают.

Дальнейшее решение идет с этого узла (рис. 3).



Рис. 3. Решение задачи о кратчайшем пути

В данном графе нет ни пути, ни цикла Эйлера и Гамильтона пути. Проверим найденные кратчайшие расстояния по алгоритму Дейкстры. Итоги проверки представлены в таблице 2.

Таблица 2
Кратчайшие расстояния и маршруты следования

Номер п/п	Населенный пункт	Кратчайшее расстояние от Дзержинска в км	Маршрут следования (через какой населенный пункт ехать)	Проверка по программе «Графоанализатор»
1	Бор	80	Дзержинск-НН-Тайново-Дружба-Бор	80
2	Балахна	68	Дзержинск-Большое Козино-Балахна	68
3	Гороховец	58	Дзержинск-Гороховец	58
4	Вязники	105	Дзержинск-Гороховец-Вязники	105
5	Павлово	103	Дзержинск- п.3- Доскино-Богородск-Ворсма-Павлово	103
6	Чкаловск	128	Дзержинск-Большое Козино-Балахна-Заволжье-Чкаловск	128
7	Семенов	150	Дзержинск- НН-Дружба-Кантаурово-Слободское-Семенов	150
8	Пучеж	173	Дзержинск-Большое Козино-Балахна-Заволжье-Чкаловск-Пучеж	173
9	Ковернино	213	Дзержинск- Дзержинск-НН-Дружба-Кантаурово-Слободское-Семёнов-Анисимово-Ковернино	213
10	Воротынец	200	Дзержинск-Кстово-Воротынец	200

По графу намечаются следующие маршруты доставки:

Маятниковый: Дзержинск-Гороховец-п.2-Вязники-Дзержинск

Маятниковый: Дзержинск-п.3-п.1-Доскино-Богородск-Вормса-Павлово-Дзержинск

Маятниковый: Дзержинск-п.1-Большое Козино-Балахна-Заволжье-Чкаловск-Пучеж-Дзержинск

Маятниковый: Дзержинск-п.1-п.4-НН-Кстово-Воротынец-Дзержинск

Кольцевой: Дзержинск-п.1-п.3-НН-Тайново-Дружба-Бор-Кантаурово-Слободское-Семёнов-Малое Зиновьево-Анисимово-Ковернино-Мошкино-Городец-Заволжье-Балахна-Большое Козино п.1-Дзержинск

УДК 519.874

ГОЛУБЕВА М.В., ГОЛУБЕВ М.В.

ПРИМЕНЕНИЕ РАСШИРЕННОГО МЕТОДА ПО УПРАВЛЕНИЮ ЗАПАСАМИ НА ОПТОВОМ СКЛАДЕ В Г.ДЗЕРЖИНСК И РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ОПТИМИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сегодня очень большой популярностью в логистике, особенно в управлении запасами, пользуется АВС-анализ. Для проведения АВС-анализа по условиям задания выбирается расширенный метод. В таблице 1 приведен итог анализа, выполненного с помощью электронной таблицы Excel.

Таблица 1

Анализ АВС по критерию выручка

№ товарной позиции	Наименование	Выручка, тыс. руб.	Доля в %	Нарастающий итог, %	Группа
8	Электродвигатели	12500	38,414%	38,414%	A
21	Коленчатый вал	5690	17,486%	55,900%	
13	Стекла автомобильные	4280	13,153%	69,053%	
4	Масляный фильтр	1870	5,747%	74,800%	
16	Блок цилиндров	1310	4,026%	78,826%	
10	Автошины	1130	3,473%	82,299%	B
25	Масла дизельные	1040	3,196%	85,495%	
6	Распределительный вал	810	2,489%	87,984%	
2	Шатунный вкладыш коленчатого вала	640	1,967%	89,951%	
23	Автомобильная оптика	510	1,567%	91,518%	
12	Тормозные колодки	390	1,199%	92,717%	
15	Средства по уходу за автомобилем - щетки	330	1,014%	93,731%	
19	Подшипники	290	0,891%	94,622%	
3	Прокладка головки блока цилиндров	250	0,768%	95,390%	
9	Автохимия и автокосметика	230	0,707%	96,097%	C
22	Автомобильные ремни	210	0,645%	96,742%	
18	Амортизатор передний масляный	180	0,553%	97,296%	
5	Коренной вкладыш	160	0,492%	97,787%	
11	Головка блока цилиндров	140	0,430%	98,218%	
20	Фильтр	130	0,400%	98,617%	
7	Шатун	110	0,338%	98,955%	
17	Амортизатор передний	100	0,307%	99,262%	
1	Выпускной клапан	90	0,277%	99,539%	
14	Гаситель вибрации коленчатого вала	80	0,246%	99,785%	
24	Гильза	70	0,215%	100,000%	
		32540			

АВС анализ может быть так же выполнен и графическим методом. (рис 1)

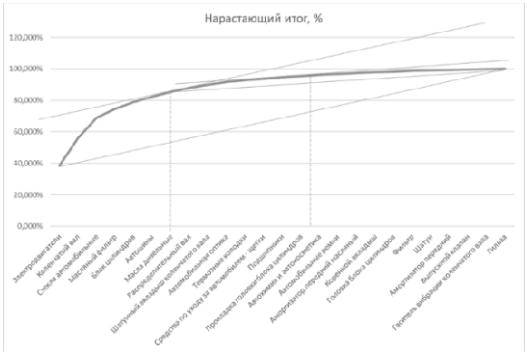


Рис. 1. Графический метод АВС анализа

Как видно из графика, графический метод является приближённым, т.к. его расчёты не являются не точными. Для проведения дальнейших расчётов выбираем один из показателей: средний запас (таблица 2) Так как он наиболее эффективно отражает эффективность работы склада и является одним из ключевых ресурсов организации, обеспечивающих устойчивость ее бизнес-модели. Его величина важна при применении управленческих решений, направленных на поддержание удовлетворения спроса на рынке, а также решений, связанных с оптимизацией производства.

Таблица 2

Анализ-АВС по фактору средний запас

Наименование товара	Средний запас на складе, физ. единицы	Доля, в %	Нарастающий итог, в %	Группы
14. Гаситель вибрации коленчатого вала	34765	28,598%	28,598%	A
9. Автохимия и автокосметика	23456	19,295%	47,893%	
15. Средства по уходу за автомобилем - щетки	23456	19,295%	67,187%	
7. Шатун	12345	10,155%	77,342%	
4. Масляный фильтр	4678	3,848%	81,190%	B
6. Распределительный вал	3678	3,026%	84,216%	
12. Тормозные колодки	3476	2,859%	87,075%	
3. Прокладка головки блока цилиндров	3450	2,838%	89,913%	
20. Фильтр	1546	1,272%	91,185%	
25. Масла дизельные	1365	1,123%	92,308%	
24. Гильза	1265	1,041%	93,348%	
2. Шатунный вкладыш коленчатого вала	1250	1,028%	94,377%	
16. Блок цилиндров	1234	1,015%	95,392%	
22. Автомобильные ремни	890	0,732%	96,124%	C
23. Автомобильная оптика	789	0,649%	96,773%	
5. Коренной вкладыш	786	0,647%	97,420%	
18. Амортизатор передний масляный	768	0,632%	98,051%	
17. Амортизатор передний	654	0,538%	98,589%	
1. Выпускной клапан	500	0,411%	99,001%	
11. Головка блока цилиндров	345	0,284%	99,284%	
21. Коленчатый вал	345	0,284%	99,568%	
19. Подшипники	234	0,192%	99,761%	
13. Стекла автомобильные	120	0,099%	99,859%	
10. Автошины	115	0,095%	99,954%	
8. Электродвигатели	56	0,046%	100,000%	
	121566			

Смысл XYZ-анализа (таб. 3) в изучении стабильности продаж.

Таблица 3

Анализ – XYZ

№ товарной позиции	Наименование	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Среднее квадратическое отклонение	Среднее значение	Коэффициент вариации	Группа товара
21	Коленчатый вал	1470	1500	1550	1420	54,47	1485	3,67%	X
8	Электродвигатели	2900	3250	3150	2950	165,20	3062,5	5,39%	
2	Шатунный вкладыш коленчатого вала	200	210	230	200	14,14	210	6,73%	
18	Амортизатор передний масляный	90	90	100	80	8,16	90	9,07%	
12	Тормозные колодки	120	130	140	110	12,91	125	10,33%	
4	Масляный фильтр	550	570	430	470	66,08	505	13,09%	Y
20	Фильтр	70	90	90	70	11,55	80	14,43%	
23	Автомобильная оптика	160	200	230	200	28,72	197,5	14,54%	
6	Распределительный вал	270	230	290	210	36,51	250	14,61%	
17	Амортизатор передний	70	80	70	55	10,31	68,75	14,99%	
19	Подшипники	110	130	140	100	18,26	120	15,21%	
3	Прокладка головки блока цилиндров	90	130	100	110	17,08	107,5	15,89%	
25	Масла дизельные	320	310	280	210	49,67	280	17,74%	
9	Автохимия и автокосметика	100	90	130	90	18,93	102,5	18,47%	
1	Выпускной клапан	70	50	55	80	13,77	63,75	21,60%	
24	Гильза	55	80	50	55	13,54	60	22,57%	
15	Средства по уходу за автомобилем - щетки	100	150	90	110	26,30	112,5	23,38%	
7	Шатун	80	50	70	90	17,08	72,5	23,56%	
14	Гаситель вибрации коленчатого вала	55	60	60	90	16,01	66,25	24,16%	
22	Автомобильные ремни	80	100	80	130	23,63	97,5	24,23%	
10	Автошины	330	430	240	250	88,08	312,5	28,19%	Z
16	Блок цилиндров	400	500	280	290	103,72	367,5	28,22%	
11	Головка блока цилиндров	60	80	80	130	29,86	87,5	34,13%	
5	Коренной вкладыш	100	50	60	110	29,44	80	36,80%	
13	Стекла автомобильные	750	1650	650	850	457,35	975	46,91%	

Так же, как и АВС-анализ, XYZ может быть представлен графическим методом (рис 2).

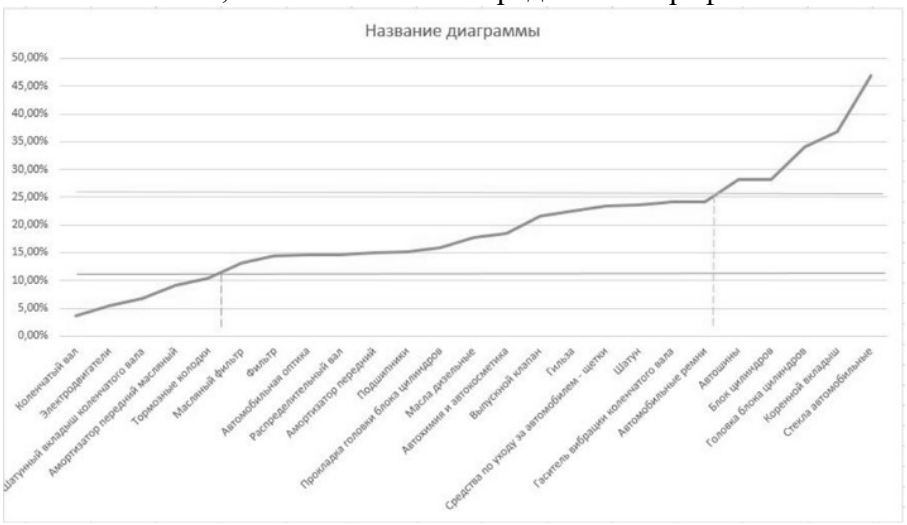


Рис. 2 XYZ анализ

На графике получены те же результаты, что и по расчётам.

Лучше всего применять XYZ в сочетании с АВС-анализом. (таб 4)

Таблица 4

Сводная матрица

	X	Y	Z
AA			
AB		Масляный фильтр	Блок цилиндров
BA		Средства по уходу за автомобилем - щетки	
AC	Электродвигатели Коленчатый вал		Стёкла автомобильные
BB	Шатунный вкладыш коленчатого вала Тормозные колодки	Масла дизельные Распределительный вал Прокладка головки блока цилиндров	
CA		Автохимия и автокосметика Шатун	
BC		Подшипники	Автошины Автомобильная оптика
CB		Фильтр Гильза	
CC	Амортизатор передний масляный	Автомобильные ремни Амортизатор передний Выпускной клапан Гаситель вибрации коленчатого вала	Коренной вкладыш Головка блока цилиндров

Отсутствуют группы AAX, AAY, AAZ, ABX, BAX («товары – лидеры»), ACY, BBZ, BCX, CBX («товары – среднячки»), CBZ («товары-аутсайдеры»).

По остальным группам необходимо придерживаться следующих рекомендаций:

Часто целесообразно сократить долю товаров группы ACZ в ассортиментной матрице компании и тем самым высвободить средства, которые можно направить на увеличение запасов наиболее важных и приоритетных групп.

Товары группы ABY и BAY, BCY, BBY при высоком товарообороте характеризуются недостаточно стабильным спросом. Таким образом, для того чтобы обеспечить постоянное наличие товара из этой группы, необходимо увеличить страховой запас.

Товары из групп ACZ и BCZ отличаются низкой прогнозируемостью спроса при высоком объёме продаж. Если обеспечивать постоянное наличие товаров данной группы только

за счет избыточного страхового запаса товаров, то это приведет к тому, что средний товарный запас компании значительно. возрастет.

XYZ-анализ дает возможность значительно сократить время, которое менеджер-аналитик тратит на контроль и управление товарами из данной группы.

Для товаров из группы CCX можно применить систему заказов с фиксированной периодичностью, а также уменьшить страховые запасы таких товаров.

Для товаров из группы CAY, CBY, CCY возможно применение системы с постоянной суммой или объемом заказа. В этом случае формировать страховой запас по товарам из этой группы следует, исходя из имеющихся у фирмы свободных денежных средств.

Таким образом, ABC-XYZ-анализ позволяет в полной мере оценить весь ассортимент компании и понять, как можно управлять теми или иными группами и категориями товаров, какие товары необходимо вывести из ассортимента, а для каких товаров наоборот необходимо увеличить страховой запас.

УДК 519.874

ГОЛУБЕВА М.В.,ГОЛУБЕВ М.В.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СКЛАДЕ С ABC И XYZ АНАЛИЗАМИ НА ООО ФИРМА «ПРОМСВЕТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Таблица 1

Анализ ABC по критерию выручка

№ товарной позиции	Наименование	Выручка	Доля, %	Нарастающий итог, %	Группа
12	ALB Стриж ДКУ19-100-Ш	641 578,48	15,58%	15,58%	
23	Diora Unit PRO 55/8100 Ш4 5К лира	609 147,00	14,79%	30,36%	
15	ECO CLASS AREA 840 45W 5400 GR	552 096,00	13,40%	43,77%	
17	Cherry 10 T AS 4000K (RAL7024)	510 570,00	12,40%	56,16%	A
3	1И100ДНаТ46Н-003УХЛ2 220В	443 860,60	10,78%	66,94%	
13	ARS/R UNI LED 595 4000K	297 660,00	7,23%	74,16%	
4	1И400ДРЛ44Н-003УХЛ2 220В	224 167,22	5,44%	79,61%	
16	CD LED 18 EM 4000K	224 156,70	5,44%	85,05%	
22	Diora Office IP65 SE 30/3400 opal 5K	95 508,00	2,32%	87,37%	
7	40W 230V E27 6400K T100, SBHP1040	88 803,20	2,16%	89,52%	
2	1И1000ДНаТ46-001УХЛ1 220В с ИЗУ	67 142,27	1,63%	91,15%	B
20	CorePro LED PLC 6.5W 840 4P G24q-2	58 914,50	1,43%	92,58%	
11	ACQUA C 18 WH 4000K (with driver)	57 805,44	1,40%	93,99%	
1	11W 230V E14 4000K C37, LB-77	38 337,00	0,93%	94,92%	
6	24Вт G13 6500K 220В 1500мм Т8 Космос	34 717,58	0,84%	95,76%	
10	66760 PRO 60W 230V G9 FS1 OSRAM	34 496,00	0,84%	96,60%	
21	ESS LEDBulb 13W 1450lm E27 865 1CT/12RCA	27 972,50	0,68%	97,28%	
25	DN027B G3 LED9/NW 9W 220-240V D125 RU	23 316,48	0,57%	97,84%	
8	64428 OVEN 20W 12V G4 FS1 OSRAM	18 912,36	0,46%	98,30%	
24	DLS 132 светильник	18 137,47	0,44%	98,74%	C
9	64607 EFM 50W 8V	17 095,70	0,42%	99,16%	
18	CLAS P FR 40W 230V E27 FS1 OSRAM	14 625,00	0,36%	99,51%	
19	CMI-TC 35W/942 NDL/UVS G8.5 15000h	10 030,10	0,24%	99,75%	
14	BN068C LED9/NW L900 SW	8 753,36	0,21%	99,97%	
5	2*3W, 450Lm, 3000K, DH012, черный	1 357,41	0,03%	100,00%	
		4 119 160,37			

ABC анализ может быть так же выполнен и графическим методом (рис 1)

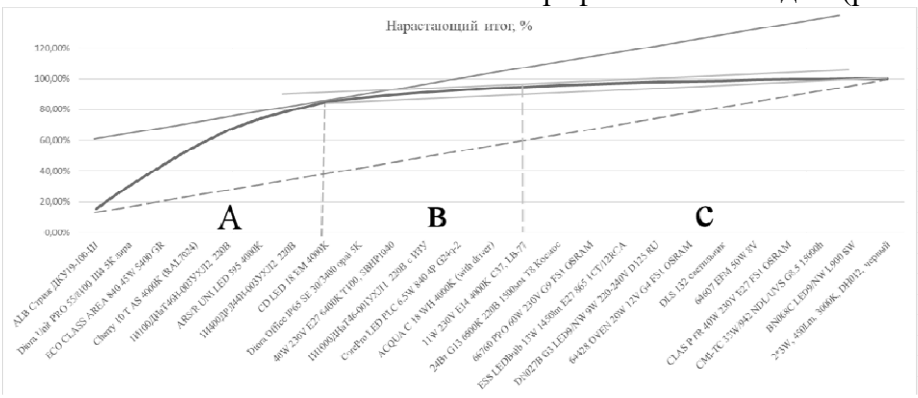


Рис. 1. Графический метод ABC анализа

Как видно из графика, графический метод является приближённым, т.к. его расчёты не являются не точными. Для проведения дальнейших расчётов выбираем один из показателей: средний запас (табл. 2). Так как он наиболее эффективно отражает эффективность работы склада и является одним из ключевых ресурсов организации, обеспечивающих устойчивость ее бизнес-модели.

Таблица 2

Анализ-АВС по фактору средний запас

№ товарной позиции	Наименование	Средний запас на складе, физ. единицы	Доля, %	Нарастающий итог, %	Группа
3	1И100ДНаТ46Н-003УХЛ2 220В	595	16,76%	16,76%	A
7	40W 230V E27 6400K T100, SBHP1040	400	11,27%	28,03%	
21	ESS LEDBulb 13W 1450lm E27 865 1CT/12RCA	337	9,49%	37,52%	
15	ECO CLASS AREA 840 45W 5400 GR	318	8,96%	46,48%	
1	11W 230V E14 4000K C37, LB-77	300	8,45%	54,93%	
18	CLAS P FR 40W 230V E27 FS1 OSRAM	300	8,45%	63,38%	
4	1И400ДРЛ44Н-003УХЛ2 220В	208	5,86%	69,24%	
6	24Вт G13 6500K 220В 1500мм T8 Космос	188	5,30%	74,54%	
10	66760 PRO 60W 230V G9 FS1 OSRAM	160	4,51%	79,04%	
12	ALB Стриж ДКУ19-100-Ш	158	4,45%	83,49%	B
8	64428 OVEN 20W 12V G4 FS1 OSRAM	100	2,82%	86,31%	
16	CD LED 18 EM 4000K	73	2,06%	88,37%	
24	DLS 132 светильник	67	1,89%	90,25%	
23	Diora Unit PRO 55/8100 Ш4 5К лира	55	1,55%	91,80%	
20	CorePro LED PLC 6.5W 840 4P G24q-2	50	1,41%	93,21%	
25	DN027B G3 LED9/NW 9W 220-240V D125 RU	48	1,35%	94,56%	
13	ARS/R UNI LED 595 4000K	44	1,24%	95,80%	
19	CMI-TC 35W/942 NDL/UVS G8.5 15000h	40	1,13%	96,93%	C
17	Cherry 10 T AS 4000K (RAL7024)	27	0,76%	97,69%	
22	Diora Office IP65 SE 30/3400 opal 5K	24	0,68%	98,37%	
11	ACQUA C 18 WH 4000K (with driver)	19	0,54%	98,90%	
14	BN068C LED9/NW L900 SW	16	0,45%	99,35%	
9	64607 EFM 50W 8V	15	0,42%	99,77%	
2	1И1000ДНаТ46-001УХЛ1 220В с ИЗУ	7	0,20%	99,97%	
5	2*3W, 450Lm, 3000K, DH012, черный	1	0,03%	100,00%	
		3 550			

Смысл XYZ-анализа (табл. 3) в изучении стабильности продаж. Если АВС-анализ позволяет определить вклад конкретного товара в итоговый результат (чаще всего в общую прибыль компании или в стоимость запасов), то XYZ-анализ изучает отклонения, скачки, нестабильность сбыта, делит товары на группы в зависимости от стабильности спроса на них.

Таблица 3

Анализ - XYZ

№ товарной позиции	Наименование	1 квартал	2 квартал	3 квартал	4 квартал	Среднее квадратическое отклонение	Среднее значение	Коэффициент вариации	Группа товара
6	24Вт G13 6500K 220В 1500мм T8 Космос	50	47	46	45	2,16	47	4,60%	X
16	CD LED 18 EM 4000K	6	7	7	7	0,50	6,75	7,41%	
1	11W 230V E14 4000K C37, LB-77	73	76	66	84	7,46	74,75	9,97%	
11	ACQUA C 18 WH 4000K (with driver)	5	4	5	5	0,50	4,75	10,53%	
25	DN027B G3 LED9/NW 9W 220-240V D125 RU	11	12	11	14	1,41	12	11,79%	Y
21	ESS LEDBulb 13W 1450lm E27 865 1CT/12RCA	109	112	140	136	16,01	124,25	12,88%	
19	CMI-TC 35W/942 NDL/UVS G8.5 15000h	5	6	6	7	0,82	6	13,61%	
22	Diora Office IP65 SE 30/3400 opal 5K	5	7	6	6	0,82	6	13,61%	
18	CLAS P FR 40W 230V E27 FS1 OSRAM	89	59	80	72	12,73	75	16,97%	
3	1И100ДНаТ46Н-003УХЛ2 220В	91	99	138	105	20,65	108,25	19,07%	
23	Diora Unit PRO 55/8100 Ш4 5К лира	11	16	16	12	2,63	13,75	19,13%	
24	DLS 132 светильник	7	7	7	10	1,50	7,75	19,35%	
17	Cherry 10 T AS 4000K (RAL7024)	8	7	5	6	1,29	6,5	19,86%	
20	CorePro LED PLC 6.5W 840 4P G24q-2	13	13	9	15	2,52	12,5	20,13%	
15	ECO CLASS AREA 840 45W 5400 GR	42	67	60	47	11,52	54	21,33%	
10	66760 PRO 60W 230V G9 FS1 OSRAM	51	41	40	28	9,42	40	23,54%	
7	40W 230V E27 6400K T100, SBHP1040	83	100	135	82	24,75	100	24,75%	
8	64428 OVEN 20W 12V G4 FS1 OSRAM	26	29	30	15	6,88	25	27,52%	Z
4	1И400ДРЛ44Н-003УХЛ2 220В	45	43	22	36	10,41	36,5	28,52%	
14	BN068C LED9/NW L900 SW	5	3	5	3	1,15	4	28,87%	
12	ALB Стриж ДКУ19-100-Ш	50	23	44	29	12,61	36,5	34,55%	
13	ARS/R UNI LED 595 4000K	15	6	9	14	4,24	11	38,57%	
9	64607 EFM 50W 8V	2	5	3	5	1,50	3,75	40,00%	
2	1И1000ДНаТ46-001УХЛ1 220В с ИЗУ	3	0	2	2	1,26	1,75	71,90%	
5	2*3W, 450Lm, 3000K, DH012, черный	1	0	0	0	0,50	0,25	200,00%	

Так же, как и ABC-анализ, XYZ может быть представлен графическим методом (рис 2).

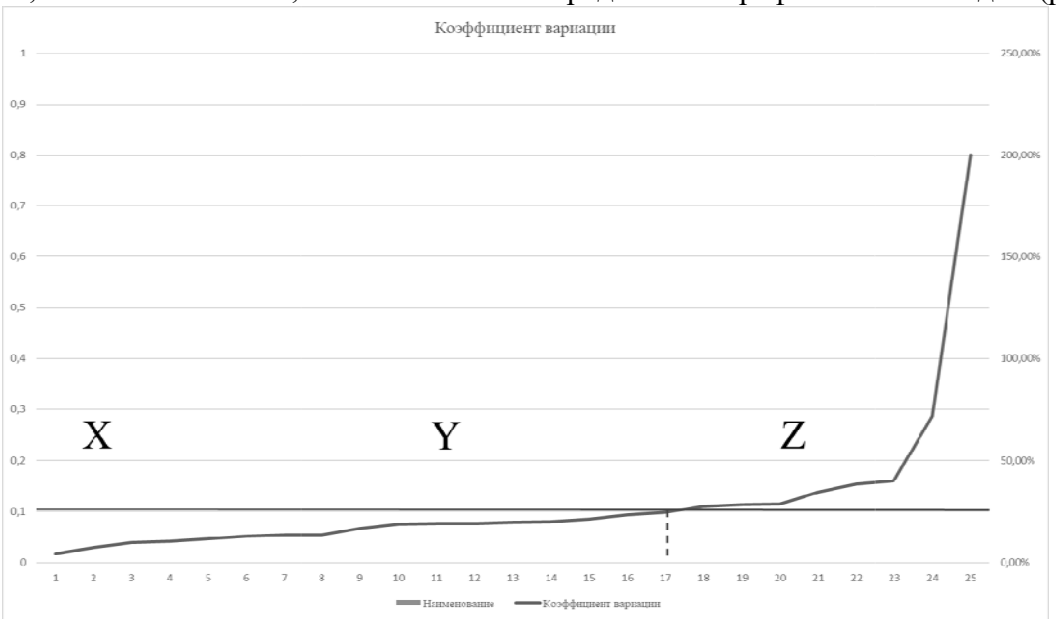


Рис. 2. Графический метод XYZ анализа

На графике получены те же результаты, что и по расчётам.
Лучше всего применять XYZ в сочетании с ABC-анализом (табл. 4).

Таблица 4
Сводная матрица

	X	Y	Z
AA	-	(15) ECOCLASSAREA 840 45W 5400 GR (3)1И100ДНаТ46Н-003УХЛ2 220В	(4)1И400ДРЛ44Н-003УХЛ2 220В
AB	-	(23) Diora Unit PRO 55/8100 Ш4 5К лира	(12) ALB Стриж ДКУ19-100-Ш (13) ARS/R UNI LED 595 4000K
AC	-	(17) Cherry 10 T AS 4000K (RAL7024)	-
BA	(1) 11W 230VE14 4000K C37, LB-77 (6) 24Вт G13 6500К 220В 1500мм Т8 Космос	(7) 40W 230V E27 6400K T100, SBHP1040	
BB	(16) CD LED 18 EM 4000K	(20) CorePro LED PLC 6.5W 840 4P G24q-2	--
BC	(11) ACQUA C 18 WH 4000K (with driver)	(22) Diora Office IP65 SE 30/3400 opal 5K	(2) 1И1000ДНаТ46-001УХЛ1 220В с ИЗУ
CA	-	(10) 66760 PRO 60W 230V G9 FS1 OSRAM (21) ESS LEDBulb 13W 1450lm E27 865 1CT/12RCA (18) CLAS P FR 40W 230V E27 FS1 OSRAM	-
CB	-	(25) DN027B G3 LED9/NW 9W 220-240V D125 RU (24) DLS 132 светильник	(8) 64428 OVEN 20W 12V G4 FS1 OSRAM

CC	-	19 (CMI-TC 35W/942 NDL/UVS G8.5 15000h)	9(64607 EFM 50W 8V) (14) BN068C LED9/NW L900 SW (5) 2*3W, 450Lm, 3000K, DH012, черный

Вывод: при помощи анализа ABC и XYZ светотехническая продукция была разделена по группам, в таблице представлены рекомендации по каждой ассортиментной группе.

Таблица 5

Рекомендации применения ABC с XYZ

	X	Y	Z
AA	Постоянное наличие товара на складе	Более гибкое управление запасами, нуждаются в дополнительном продвижении	Индивидуальный подход, заказы "под клиента", оперативная реакция на изменения спроса, нуждаются в дополнительном продвижении. Упоминаются в рассылках, поп-апах, на официальных страничках в социальных сетях и пуш-уведомлениях.
AB	Более гибкое управление запасами, возможно увеличение товара на складе	Более гибкое управление запасами, нуждаются в дополнительном продвижении	Индивидуальный подход, заказы "под клиента", оперативная реакция на изменения спроса, нуждаются в дополнительном продвижении. Упоминаются в рассылках, поп-апах, на официальных страничках в социальных сетях и пуш-уведомлениях.
AC	Увеличить количество запасов	Более гибкое управление запасами, нуждаются в дополнительном продвижении	Индивидуальный подход, заказы "под клиента", оперативная реакция на изменения спроса, нуждаются в дополнительном продвижении. Упоминаются в рассылках, поп-апах, на официальных страничках в социальных сетях и пуш-уведомлениях.
BA	Стандартное управление запасами, регулярный мониторинг, поддержание оптимального уровня запасов.	Умеренные страховые запасы, сезонное планирование, гибкое реагирование на изменения спроса.	Минимизация запасов, заказ по требованию, быстрый отклик на запросы клиентов.
BB	Стандартное управление запасами, регулярный мониторинг, поддержание оптимального уровня запасов.	Умеренные страховые запасы, сезонное планирование, гибкое реагирование на изменения спроса.	Минимизация запасов, заказ по требованию, быстрый отклик на запросы клиентов.
BC	Увеличить количество запасов		Минимизация запасов, заказ по требованию, быстрый отклик на запросы клиентов.

CA	Минимальные запасы, возможность заказа у поставщика при необходимости.	Минимальные запасы, заказ только при наличии спроса, минимальные риски.	Рассмотрение возможности исключения из ассортимента, анализ рентабельности, поиск альтернативных решений.
CB	Минимальные запасы, возможность заказа у поставщика при необходимости.	Минимальные запасы, заказ только при наличии спроса, минимальные риски.	Рассмотрение возможности исключения из ассортимента, анализ рентабельности, поиск альтернативных решений.
CC	Минимальные запасы, возможность заказа у поставщика при необходимости.	Минимальные запасы, заказ только при наличии спроса, минимальные риски.	Рассмотрение возможности исключения из ассортимента, анализ рентабельности, поиск альтернативных решений.

УДК 629.113

ГОРОХОВ Н.С., ЛЕВИН М.Р., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОППОЗИТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оппозитные двигатели, также известные как боксерные двигатели, представляют собой уникальный тип поршневого двигателя, в котором цилиндры расположены горизонтально и противоположно друг другу. Этот дизайн имеет свои преимущества, такие как низкий центр тяжести и компактные размеры, что делает его популярным в некоторых автомобилях, особенно в моделях Subaru и Porsche. Однако, как и любой другой тип двигателя, оппозитные двигатели сталкиваются с определенными проблемами и вызовами. В этой статье мы рассмотрим основные проблемы, связанные с оппозитными двигателями.

Чтобы до конца понять, что такое оппозитный двигатель, необходимо ознакомиться с его строением. Как было уже отмечено выше, это ДВС, обладающий особой структурой – пара поршней движется в горизонтальной плоскости (не вниз-вверх, а слева направо). Вторая, соседняя, находится в том же положении. Количество таких цилиндров варьируется в диапазоне от 2 до 12 (их число всегда кратно двум). Наиболее распространенные образцы обладают 4 и 6 цилиндрами. Для спорткаров были разработаны 8- и 12-ти цилиндровые моторы. Профессионалы отмечают, что принцип функционирования 2-х и 4-х цилиндровых оппозитных двигателей ничем не отличается от традиционных двигателей. Свои особенности имеют обладающие шестью цилиндрами [1].

Виды оппозитных двигателей. Принцип работы оппозитного двигателя также меняется в зависимости от особенностей его устройства. Даже такой простой агрегат может иметь несколько вариаций работы поршней. Следовательно, выделяют следующие типы моторов. *Оппозитный боксер* зачастую применяется в производстве автомобилей Subaru. Как же работает оппозитный двигатель заявленного вида? Поршни расположены на предопределенной дистанции друг напротив друга, к примеру, если первый зафиксирован на определенном промежутке от оси двигателя, то и второй займет аналогичное положение. При этом они расположены каждый в отдельном цилиндре. Описанный принцип функционирования напоминает боксерский поединок, отсюда и название типа [1]. *OPOC* располагает совсем иным принципом построения и порядком работы поршней. Подобные аппараты являются двухтактными. Один цилиндр располагает сразу двумя поршнями, которые крепятся к одному коленчатому валу. Первый отвечает за впуск смеси, другой – за своевременный выход продуктов сгорания. Подобная конструкция не располагает головкой, которая зачастую имеется

на блоке цилиндров. Преимущества оппозитного двигателя OPOC заключаются в том, что поршни функционируют в пользу одного коленчатого вала. Такой тип устройства располагает небольшой массой и меньше в размерах. Следовательно, значительно расширилась сфера применения. К тому же указанный двигатель может работать на разном топливе – дизельном или бензиновом. Укажем основные преимущества:

− поршни проходят гораздо меньшую дистанцию, вследствие этого значительно снижается сила трения, которая негативно влияет на износостойкость;

− увеличивается эффективность, ведь вредоносные газы не влияют на камеру сгорания, а оказывают давление на поршни;

− мотор на 30-50 % легче привычного;

− оппозитный двигатель располагает меньшим количеством деталей (в среднем на 50 %);

− экономичность;

− отсутствие системы привода клапанов;

− мотор отнимает гораздо меньше пространства под капотом.

Ресурс оппозитного двигателя рассчитан на военную технику крупных габаритов. Здесь поршни разделяют один цилиндр и перемещаются они в одном направлении, но каждый располагает своим отдельным коленчатым валом. Место, где воспламеняется топливо (камера сгорания), возникает тогда, когда промежуток между поршнями становится минимальным. Как и у моторов OPOC, в цилиндры впускается воздух, а ненужные газы удаляются посредством турбонаддува. Встречный ход поршней позволил сконструировать компактный, но мощный агрегат. Силовая установка обладает предельным количеством оборотов в 2000, а мощностью – в 700 лошадиных сил. Объем соответственно достигал 6 и 13 л [1].

Недостатки.

1. Увеличенный вес и размеры. Хотя оппозитные двигатели могут иметь компактные размеры, их конструкция часто приводит к увеличению веса по сравнению с традиционными рядными или V-образными двигателями. Это связано с необходимостью использования более сложных компонентов, таких как система балансировки и дополнительные элементы для обеспечения жесткости конструкции. Увеличенный вес может негативно сказаться на общей динамике автомобиля и его топливной экономичности.

2. Сложность конструкции. Оппозитные двигатели имеют более сложную конструкцию, чем традиционные двигатели. Это может привести к увеличению затрат на производство и обслуживание. Например, наличие двух рядов цилиндров требует более сложной системы охлаждения и смазки, что может увеличить вероятность возникновения проблем

3. Проблемы с герметичностью. Из-за горизонтального расположения цилиндров оппозитные двигатели могут сталкиваться с проблемами герметичности. Уплотнения и прокладки могут подвергаться большему давлению и износу, что может привести к утечкам масла и другим проблемам. Это особенно актуально для старых моделей, где износ компонентов может быть значительным.

4. Вибрации и шум. Хотя оппозитные двигатели имеют преимущества в плане снижения вибраций благодаря своей конструкции, они все же могут создавать определенные шумы и вибрации, особенно при высоких оборотах. Это может быть связано с неравномерным распределением массы и движением поршней, что требует дополнительных мер по гашению вибраций.

5. Ограниченная распространенность. Оппозитные двигатели не так широко распространены, как традиционные двигатели. Это может привести к проблемам с доступностью запчастей и сервисного обслуживания. Водители, использующие автомобили с оппозитными двигателями, могут столкнуться с трудностями в поиске квалифицированных специалистов, способных выполнять ремонт и обслуживание.

6. Тепловые проблемы. Оппозитные двигатели могут сталкиваться с проблемами перегрева, особенно если система охлаждения не работает должным образом. Горизонтальное расположение цилиндров может затруднить равномерное распределение охлаждающей жид-

кости, что может привести к перегреву отдельных цилиндров и, как следствие, к повреждению двигателя [2].

Сложности при ремонте и обслуживании оппозитного двигателя. Отметим, что зачастую положительные моменты указанных моторов заметны лишь в силовых агрегатах, которые располагают шестью цилиндрами, а вот 2-х и 4-х цилиндровые мало чем отличаются от традиционных ДВС. Если необходимо провести некие манипуляции с таким типом двигателя, то тут непременно нужно обращаться к специалистам в автосервис. Самостоятельно вы сможете лишь заменить масло. Даже замену свечей лучше поручить профессионалам, новички с легкостью навредят головке цилиндра. Полный ремонт производится только на особых сервисных станциях. Продолжить срок службы может своевременная и систематическая раскоксовка. Эта процедура подразумевает очищение поверхности камеры сгорания, клапанов и поршней от нагара. Проводится операция в осенний сезон или в марте, когда также весьма разумно проверить и моторное масло. В материале мы рассмотрели, что значит понятие «оппозитный двигатель», описали принцип функционирования, возможные за и против. Надеемся, что это поможет определиться с выбором не только мотора, но и будущей автомодели, на которой может быть установлен подобный силовой агрегат [2].

Оппозитные двигатели имеют свои уникальные преимущества, но также и ряд проблем, которые необходимо учитывать. Важно понимать, что успешная эксплуатация таких двигателей требует внимательного подхода к обслуживанию и ремонту. Несмотря на свои недостатки, оппозитные двигатели продолжают оставаться популярными среди автолюбителей, ценящих их уникальные характеристики и производительность. С развитием технологий и материалов, возможно, многие из этих проблем будут решены, что сделает оппозитные двигатели еще более привлекательными для будущих поколений автомобилей.

Библиографический список

1. «Боксерные двигатели: история, конструкция и применение»
2. «Авто новости на AUTONEWS» https://www.autonews.ru/news/66b601199a7947580636a38b?ysclid=m3yq714yzj287307720

УДК 621.791

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А.

КОРРОЗИЯ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Большинство металлических сооружений, работающих под нагрузкой, представляет собой сварные конструкции. Под действием окружающей среды металлические конструкции подвергаются самопроизвольному разрушению коррозии. Процесс коррозии обусловлен термодинамической неустойчивостью металла, его стремлению приобрести устойчивость за счет уменьшении энергии при окислении. Образующиеся защитные пленки уменьшают скорость коррозии. Эксплуатация металлических конструкций, как правило, происходит в условиях атмосферных осадков, конденсации паров, жидких средах, содержащих соли, щелочи и кислоты. Разрушение их происходит из-за электрохимического взаимодействия со средой.

Образование ржавчины на швах обусловлено следующими причинами:

– нагрев металла до температуры 2000-3000 градусов содействует выгоранию легирующих элементов в шве, поэтому стык быстрее окисляется, чем окружающая поверхность;

– при сварном соединении возникают внутренние напряжения, что провоцирует коррозию под действием механических нагрузок;

– сварочный шов, хоть и прочный на вид, имеет внутри микропоры и трещины, через которые кислород активнее проникает внутрь и окисляет металл;

– остатки флюсов и других химических веществ на поверхности шва взаимодействуют с влагой, запуская коррозию;

– при сварке меняется кристаллическая решетка. Неоднородность материалов создает благоприятную среду для образования ржавчины;

– при ведении шва в состав сварочной ванны проникают оксиды (эндогенные неметаллические включения), провоцирующие коррозию;

– некоторые швы становятся "гальванической парой", которые заведомо будут ржаветь.

Механизм электрохимической коррозии. При соприкосновении металла с электролитической средой может оказаться, что потенциальная энергия ионов металла кристаллической решетки выше, чем энергия иона в окружении полярных молекул электролита. Поэтому становится возможным переход катионов металла в раствор, образуется двойной электрический слой. Возникающую между металлом и электролитом разность потенциалов можно измерить с помощью электрода сравнения. Для удобства сравнения используют стандартный электродный потенциал. Величина электродного потенциала определяет меру коррозионной активности металла: чем отрицательнее потенциала, тем активнее металл.

Электрохимическая коррозия характеризуется анодными и катодными процессами. Анодный процесс – это ионизация и переход гидратированных ионов металла в раствор составления эквивалентного количества электронов в металле. Катодный процесс – это восстановление окислительных компонентов среды, т.е. деполяризаторов с присоединением электронов, возникающих при ионизации. В кислой среде металлы коррозируют с водородной деполяризацией. Деполяризаторами могут быть также ионы кислорода, брома, хлора и др. В воде нейтральных растворах щелочах металлы коррозируют преимущественно с кислородной деполяризацией. Гомогенный процесс происходит без пространственного разделения на анодный и катодные участки. Разрушение корродирующего металла протекает равномерно по всей поверхности. Скорость коррозии зависит от первоначальной разности потенциалов катодных и анодных участков, их поляризации, площади и сопротивления среды.

Влияние сварки на коррозионные процессы. Технологические операции изготовления металлических конструкций могут приводить к дополнительной гидрогенности, существенно снижая исходную коррозионную устойчивость металла. Сварка плавлением оказывает значительное физико-химическое воздействие, приводит к появлению зон с различными свойствами. Литой металл шва, зоны термического влияния, серии переходных структур и основной металл не подвержены воздействию сварки, определяют структурно-химическую макронеоднородность. Каждая зона является электродом в многоэлектродной системе. Структурное состояние сварного соединения зависит от скоростей нагрева охлаждения и длительности пребывания в определенном интервале температур, например: при сварке низкоуглеродистой стали возникают ряд характерных участков шов с литой структурой, участок неполного расплавления, зона сплавления, крупнозернистая зона перегрева, участок нормализации неполной перекристаллизации и т.д. Наличие зерен, границ зерен, фаз, включении в пределах каждой зоны сварного соединения определяют структурно-химическую микронеоднородность.

Неравномерность распределения остаточно упругих и пластических деформаций, а также концентрации напряжений от внешней нагрузки определяют неоднородность упруго пластического состояния. Дефекты формы шва обусловливают геометрическую неоднородность и усиливают коррозию. Вследствие повышенной неоднородности коррозионное разрушение сварных соединений происходит преимущественно по гидрогенно-электрохимическому механизму.

Виды коррозионных разрушений сварных соединений

Сплошная или общая коррозия. Структурно-химическая макро- и микронеоднородности. Причины общей коррозии сварных соединений. Общая коррозия может быть равномер-

ной по всей поверхности сварного соединения или более опасной, сосредоточенной в какой-либо его зоне, в шве, в зоне термического влияния. Это приводит к уменьшению сечений элементов сварных конструкций и выходу оборудованию из строя.

Значительно опаснее местная коррозия, протекающая более скрыто и приводящая к внезапному отказу конструкций. Среди местных видов распространена межкристаллитная коррозия, она может быть в зоне термического влияния. Межкристаллитную коррозию, происходящую в зоне сплавления, называют ножевой, она может протекать и в сварном шве. К местной коррозии относят также точечную или питтинговую коррозию, расслаивающую и другие виды. Уменьшение содержания углерода в высоколегированной стали значительно снижает склонность металла к межкристаллитной коррозии. Специальная термообработка приводит к коагуляции карбидов диффузии хрома в обедненные зоны и предотвращению коррозии. Хромоникелевые стали с двухфазной структурой более устойчивы к межкристаллитной коррозии.



Рис.1. Виды коррозионных разрушений

Коррозионное разрушение сварных соединений в напряженном состоянии. Сварные конструкции работают в условиях сложного напряженного состояния в связи с наличием в собственных сварочных, сборочно-монтажных и эксплуатационных напряжений. Напряженное состояние снижает коррозионную устойчивость металла, так как вызвано рядом причин. Добавочные энергии понижают термодинамическую устойчивость металла, у деформированного металла ослабляются связи в кристаллической решетке и иону легче покинуть ее, повышается степень неоднородности металла.

Деформация нарушает сплошность защитных свойств пленки и вызывает увеличению неоднородности потенциала. Кроме того, могут появляться новые анодные фазы, совместное действие напряжений и среды может вызывать коррозионные растрескивания. Следствие механических повреждений и хемосорбции анионов происходит локальное разрушение пассивной пленки, образуются микропиттинги, металл на дне микропиттинга более отрицателен, поэтому он преимущественно растворяется. Это способствует появлению концентрации напряжений, которые дополнительно сдвигают потенциал в более отрицательную сторону, что ускоряет анодные растворения. Микропиттинг превращается в микротрещину, способную прорасти в макротрещину под действием концентрации напряжений, в вершине микротрещины возникает анодная упруго пластическая микрозона, перемещающаяся вглубь металла, при уменьшении сечения происходит механическое разрушение.

При циклическом нагружении трение стенок трещины разрушает защитные пленки. Интенсивное перемешивание электролита значительно увеличивает скорость коррозии металла. Коррозионное растрескивание может происходить в нейтральных растворах солей, в кислых и щелочных средах.

Сварные стыки нефте- и газопроводов могут подвергаться коррозионному разрушению хрупкого типа в наводороживающих средах. Один из механизмов растрескивания, выделяющихся во многих химических реакциях, где атомы водорода частично адсорбируются поверхностью металла и диффундируют вглубь ее. Благодаря молизации водорода в полости

развивается высокое давление, приводящее к сети микротрещин под действием растягивающих напряжений. Микротрещины сливаются в магистральную макротрещину, после чего соединение разрушается. Коррозионное разрушение в напряженном состоянии возникает в зоне максимальных остаточных напряжений, дефектах формы шва.

Методы предотвращения коррозии. На производстве в научно-исследовательских лабораториях ищут пути устранения причин коррозии, повышению коррозионной стойкости. Сварные соединения испытывают в специально заданных условиях. При создании конструкций все начинается с проектов, в которых должно быть учтено уменьшение напряжений в сварных соединениях. Необходимо принимать коррозионно-устойчивые металлы и сплавы. При сварке важен правильный подбор присадочных материалов и защитных средств. Выбор оптимальных технологий и тепловых режимов сварки с учетом снижения остаточных напряжений.

Бездефектная сварка – это один из важных факторов коррозионной устойчивости. Перспективны новые виды сварки, повышающие коррозионную стойкость сварных соединений, к примеру: диффузионная, лазерная, электроннолучевая. Устранению коррозии способствует нанесение защитных металлических покрытий, широко применяют защитные неметаллические покрытия: краски, эмали. Уменьшают степень агрессивного воздействия среды, например: деаэрации питательной воды. Ингибирование и электрохимические методы защиты повышают коррозионную стойкость оборудования.

Защита сварочного шва от коррозии выполняется при помощи химических, термических и механических процессов. Рассмотрев технологию, необходимые средства для каждого метода, получится выбрать подходящий для своих условий работы.

Отжиг. Чтобы убрать температурные напряжения в конструкции после сварки, изделие отжигают. Это происходит путем нагрева детали до 800 градусов. Затем его помещают в водный раствор натрий-хрома (3%), содержащий ингибиторы коррозии. Благодаря такой обработке напряжения сглаживаются, шов "впитывает" молекулы хрома. Это продлевает срок службы сварочного соединения и защищает от ржавчины. Но для такого метода нужно оборудование и условия для нагрева изделия до 800 градусов. Это можно сделать при помощи газовой горелки или в крупной печи. Затем требуется большая емкость, куда окунается деталь со сварочными швами. Следовательно, крупные конструкции в бытовых условиях обработать сложно. Процесс по отжигу (нагреву и последующему охлаждению) занимает время, что сказывается на производительности при большой партии одинаковой продукции.

Анодирование – электрохимический процесс, при котором защита сварных швов от возникновения коррозии достигается путем создания на поверхности особо прочной пленки. Процесс происходит в такой последовательности. Для анодирования необходимо электричество, химические растворы и емкость, способная вместить конструкцию со сварочными швами. Следовательно, создать условия для такого метода защиты можно только на производстве. В быту получится организовать анодирование только для небольших изделий. Швы предварительно травят, обрабатывая азотной кислотой. Остальную поверхность просто обезжиривают растворителями (уайт-спирит, ацетон, бензин).

Лужение сварочного шва – это наплавление на его поверхность другого материала, служащего защитой. Чаще всего используют олово или его сплавы, поскольку у них относительно невысокая температура плавления. Сварочный шов обрабатывают механически до нужного вида, толщины, формы. Затем газовой горелкой или паяльной лампой разогревают поверхность соединения. Второй рукой подают в нагреваемую зону припой – оловянный стержень. Он постепенно плавится, и олово растекается по поверхности основного металла. Когда припой остывает, образуется прочная защитная пленка, устойчивая не только к образованию коррозии, но и механическому воздействию. Метод можно реализовать в домашних условиях, в гараже или мастерской. Понадобится олово и паяльная лампа. Но сам процесс лужения долгий по времени, требует аккуратности и терпения. Работа на вертикальных поверхностях осложняется законами гравитации – расплавленное олово скапывает вниз. По-

этому способ защиты сварочного шва подойдет только как разовый, а для серийного применения нужно искать другой метод.

Шпаклевание, грунтование. Техника защиты часто используется в автомастерских для защиты швов при замене арок, порогов, других частей кузова автомобилей. После сварки швы зачищаются и шпаклюются, чтобы вывести ровную плоскость, скрыть следы сварочных работ. Затем поверхность грунтуют, красят и покрывают лаком. Процесс очень кропотливый, требует большого опыта, навыка, иначе сварочный шов будет виден. Если не качественно удалить ржавчину в околошовной зоне, коррозия продолжится под ЛКП и вскоре краску вспучит, потребуется все переделывать.

При сварке нержавеющей стали часть легирующих элементов выгорает под действием высоких температур. Чтобы компенсировать потери, выбирают проволоку с увеличенным содержанием хрома, благодаря чему шов остается максимально приближенным по составу к основному металлу. Но такая технология защиты шва от коррозии применима только с легированными металлами. Для малоуглеродистой и углеродистой конструкционной стали аналогов нет.

Возможности сварочной химии. Наиболее простой способ защиты всех видов сварных соединений – применение сварочной химии. Это специальные средства, наносимые на швы после сварки, которые надежно защищают металл от ржавчины. Их можно использовать на любой поверхности (горизонтальной, вертикальной, потолочной). По консистенции сварочная химия бывает в виде пасты или спрея.

Пасты для защиты сварочных швов имеют разный принцип действия, что зависит от состава. Есть травильные пасты, применяющиеся для легированных сталей. Они восстанавливают коррозионностойкие свойства за счет серной, плавиковой и азотной кислот, находящихся в составе. Другие пасты состоят из смеси синтетических масел. Они образуют на поверхности сварочного шва защитную пленку, устойчивую к: трению; высоким температурам до 1200 градусов; соленой воде; щелочным растворам. Еще одни виды паст состоят из алкидной смолы. Они выполнены с металлическим блеском, напоминающим цинковое покрытие. Смола устойчива к солям, температурам от -50 до +240 градусов. Надежно изолирует шов от контакта с воздухом и водой.

Все виды защитных антикоррозионных паст не содержат вредных компонентов, поэтому безопасны для сварщика. Имеют желеобразную консистенцию, легко наносятся на вертикальные и потолочные поверхности, не стекают вниз. Пасты с маслами обеспечивают дополнительную смазку, чтобы контактирующие со швом детали не стачивали верхний слой соединения. Нанесение пасты занимает минимум времени, поэтому не сказывается на производительности. Спреи для защиты шва от коррозии изготавливаются на основе акриловой смолы, синтетического воска и пигментов нержавеющей стали. Бывают прозрачные, с серебристым или латунным оттенком, придающим изделию красивый вид. По применению они еще проще, чем пасты. После сварки требуется распылить средство по шву и окружающей поверхности.

Термический способ эффективно снимает остаточные напряжения металла в месте стыка. Он предполагает либо локальный прогрев и охлаждение места соединения, либо полную термообработку всей конструкции. В обязательном порядке должна проводиться термообработка сварного шва после сварки тонкостенных изделий, которые могут деформироваться в результате возникших остаточных напряжений в месте стыка. Это касается, в том числе, и деталей кузова автотранспортных средств. Суть термообработки, как было указано ранее, состоит в том, что место соединения или всю деталь подвергают последовательному нагреву и охлаждению в соответствии с определенным температурным режимом. Для восстановления исходных характеристик и структуры металла проводится термообработка сварного шва после сварки, которая позволяет вернуть детали прочностные показатели, упругость и антикоррозийную стойкость. Эта технология предполагает высокотемпературное воздействие на детали. Изделия нагревают до 600°С - 1000 °С, что позволяет устранить отрицательное влия-

ние неравномерного нагревания металла в районе стыка, улучшить структуру материала непосредственно в месте соединения и в околошовной зоне.

Механическим способом проводится зачистка сварных швов после сварки, чтобы удалить образовавшуюся окалину и снять шлаковые отложения. После этого проводится проверка надежности стыка.

Химический метод заключается в нанесении на место соединения металлических деталей особых средств, которые обезжиривают поверхность, предотвращают появление коррозии и формируют защитную пленку. Такой метод обработки швов после сварки применяют для деталей и конструкций, которые должны эксплуатироваться в контакте с агрессивными средами. Самый распространенный и доступный вариант химического метода предполагает вскрытие стыков лакокрасочными грунтовочными материалами. Чтобы обеспечить более эффективную обработку шва после сварки, следует совместить механические и химические методы. Это значительно увеличит срок службы свариваемой конструкции. Химическая обработка может выполняться двумя способами: травлением и пассивацией. Если необходимо провести химическую обработку небольших сварочных швов, то растворы наносятся непосредственно на их поверхность. Детали с большими по размеру стыками, имеющими сложную конфигурацию, опускают в травильный раствор, которым наполнены специальные емкости. Время химической обработки определяются отдельно для каждой конструкции с учетом металла, использованного для ее изготовления.

Травление как этап обработки швов после сварки производится до механической очистки стыков. Эта операция выполняется с применением химических веществ, которые формируют на поверхности металла антикоррозийное покрытие, отличающееся однородным составом и прочностью. Обработка травлением используется также для очистки участков, затронутых побежалостью (здесь сосредотачиваются возбудители ржавчины), к примеру, окисленные хром или никель.

Пассивация сварочных швов производится путем нанесения специальных составов, которые формируют на их поверхности защитную пленку, пассивную в отношении коррозии. В процессе такой обработки химические составы, включающие оксиданты мягкого действия, удаляют с поверхности свободный металл и образуют цельную оболочку.

Обработка швов после сварки нержавейки. Соединяют детали из нержавейки методом сваривания. Чтобы такие соединения были надежными и долговечными, важно правильно обработать швы после сварки нержавейки, чтобы защитить их от коррозии. В противном случае в местах соединения будет образовываться окалина, которая достаточно быстро прогрессирует и разрушает целостность соединения.

Механическая шлифовка. Зачистка швов после сварки нержавейки производится с применением болгарки. Лучший вариант для зачистки сварных соединений нержавеющей стали – лепестковые круги. При их использовании не деталях не будут оставаться потемневшие перегретые участки и глубокие полосы от абразива. Зачистка швов после сварки нержавейки лепестковыми кругами занимает больше времени, но результат будет превосходным.

Полировка. Она позволяет придавать соединениям эстетичный блеск, обеспечивает идеально ровную поверхность стыка и его устойчивость к воздействию агрессивных сред. Затем на обработанные сварочные швы необходимо нанести специальную полировочную пасту. Это, к примеру, может быть традиционная ГОИ или особый алмазный состав. Для распределения нанесенного на соединение средства используются войлочные круги.

Для защиты соединений в местах с простым доступом применяются специальные шовные герметики. Их наносят в несколько слоев, каждый из которых следует аккуратно разровнять шпателем. Назначения герметиков следующие: гидроизолирующий слой для швов либо основания; закрытие щелей, зазоров; ремонтные работы с плоскостями с изъянами и трещинами. Средства различаются по уровню усадки, следующей после отверждения. Обработав составом металл, можно не бояться, что вибрационные действия окажут влияние на целостность шва, слой может растягиваться и изгибаться. Используется средства для тру-

бопроводов, систем отопления, в деталях различных аппаратов и для других предметов, в зависимости от выбранного вида.

Лента-герметик. Автомобильные детали закрывать герметизировать необходимо ровным слоем, но не всегда в силу отсутствия практики новички могут это сделать легко. Тогда можно выбрать для упрощения процесса ленточный герметик. Лента на одной стороне имеет клеевую основу, ее можно приклеить к любой зоне из-за гибкости, покраска возможно сразу после поклейки, просушка в данном случае не требуется.

Обработка швов, расположенных в местах с затрудненным доступом, производится с использованием консервантов, которые наносятся пневмо-распылителями. Конструкция таких устройств включает длинную гибкую трубку из пластика, емкость для раствора и пневматический компрессор. Это различного рода спреи.

В заключении можно сказать, что обработка сварных швов является очень важным этапом при выполнении сварных работ, так как это напрямую влияет на надежность и безопасность конструкции. На данный момент придумано огромное количество способов борьбы с коррозией сварных швов как на производстве, так и для личного использования.

Библиографический список

1. Овчинников, В.В. Дефектация сварных швов и контроль качества сварных соединений: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования / В.В.Овчинников. – 3-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2017 – 224 с.
2. Лучкин, Р.С. Коррозия и защита металлических материалов (структурные и химические факторы). Тольятти: Изд-во ТГУ, 2017.
3. Шов после сварки: способы обработки и защиты. Редакция сайта ЦТО.
4. Защита сварных швов от коррозии. Редакция Сварби.

УДК 621.45

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А.

КУЗОВА, ОБЛАДАЮЩИЕ ВЫСОКОЙ АНТИКОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТЬЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одна из главных проблем авто – это коррозия кузова. Некоторые производители борются с этой проблемой, создавая кузов из материалов, обладающих высокой антикоррозионной стойкостью, но при этом сталкиваются с другими проблемами при их внедрении в автомобиль.

Карбон – это углепластик, представляющий собой полимерный композиционный материал, состоящий из нитей углеродного волокна, переплетенных под определенным углом. Материал является очень прочным, с высокой степенью натяжения, низким весом и низким температурным расширением. Из-за его дороговизны композит может применяться как усиливающее дополнение, например, к стали – тогда материал получит приписку «усилено углепластиком», CFRP. Углепластик хорош тем, что обладает высокой прочностью, жесткостью и малой массой – он прочнее алюминия и легче стали, оказываясь более эффективным материалом. У кузова, изготовленного с применением композита, больше жесткость на кручение, что играет на руку безопасности автомобиля, и выше стойкость к коррозии. Даже применение части карбоновых деталей, даже только в отделке интерьера, снижает массу автомобиля, а значит, повышает топливную экономичность и динамические характеристики. При массовом применении повысилась бы и общая безопасность на дорогах при авариях, а также безопасность пешеходов. Однако из-за своей дороговизны углепластик далек от рынка массовых автомобилей и используется только в эксклюзивных дорогостоящих моделях, а также автоспорте. Стоит отметить, что в России есть компания «ЮМАТЕКС», которая вхо-

дит в состав Госкорпорации «Росатом» и занимается производством композитных материалов. Дивизион компании включает в себя современный научно-исследовательский центр, промышленные производства ПАН-прекурсора, углеродного волокна, производителей тканей и препрегов, стекловолокна, а также готовых изделий из композитных материалов.

Самый главный его минус – это очень высокая стоимость, которая складывается из факторов: необходимость окупить затраты на создание идеи и разработку проекта, зарплаты дизайнеров и маркетологов, стоимость рекламы и имидж бренда. Затраты на производство кузова с применением углепластика, его обработка и сборка мало чем отличаются от той же стали. Однако причина дороговизны композитной автомобильной детали объективна – дорог сам материал. Стоимость сырья составляет 20 долларов за килограмм, в то время как килограмм стали обойдется менее чем в один доллар.

Во-первых, из-за высокого спроса (например, из-за широкого применения в самолетостроении) на рынке наблюдается дефицит волокна, что также играет на его подорожание.

Во-вторых, сам процесс производства углеволокна очень трудоемкий и дорогостоящий. Итак, начинается все еще с нитей, из которых «вяжется» карбоновая пластина. Углеродные волокна получают за счет термической обработки химических и природных органических волокон, при которой в материале волокна остаются главным образом атомы углерода. Сначала происходит окисление исходного волокна – на воздухе при температуре 250 градусов Цельсия в течение 24 часов, потом стадия карбонизации – нагрев волокна в среде азота или аргона при температуре от 800 до 1500 градусов Цельсия, а затем графитизация в инертной среде при температуре 1600-3000 градусов. В результате количество углерода в волокне доводится до 99%.

И на выходе одно только стартовое сырье становится в два раза дороже, чем исходный материал, так как половина элементов просто сгорает. Не считая расходов на специализированное оборудование и затрачиваемую энергию. Более того, нужно избавиться от исключенных элементов, а утилизация этих «отходов производства», не вредящая окружающей среде, еще один важный пункт в счете расходов.

И это только сделали нити, а ведь из них еще надо «сплести полотно», которое и будет обладать той удивительной прочностью. И прежде всего, придется убедиться, что все нити одинаковы и равномерно растягиваются, иначе в полотне какие-то из них будут более уязвимы, а, следовательно, сломаются. Так что необходимы сложные и дорогостоящие меры контроля качества изделий – в случае ошибки при производстве материал окажется хрупким, а не суперпрочным.

Затем нити работают с термоактивными смолами, которые их «склеивают», в результате и получается композит. Эти смолы также дороже обычных. А ведь композиту еще нужно придать форму, что занимает около часа. Деталь из углепластика производится двумя способами. При прессовании углеткань выстилается в форму, смазанную антиадгезивом (например, мылом), пропитывается смолой, излишки смолы удаляются в ваккуме или под давлением, смола полимеризуется. Второй вариант – контактное формование: берется исходная деталь (например, металлический бампер), смазывается разделительным слоем, сверху напыляется монтажная пена. После затвердевания слепок смазывают разделительным слоем и выкладывают пропитанную углеткань, которая прокатывается, полимеризуется и затем снимается.

И наконец, карбон, несмотря на свою прочность, уязвим для точечных ударов, а треснувший углепластик плохо пригоден к ремонту. Невидимые глазу внутренние трещины и расслоения приводят к снижению плотности. Скорее всего, поврежденную композитную деталь автомобиля придется заменять.

Высокая стоимость углепластика объясняется в первую очередь тем, что для изготовления карбона требуются высококачественные дорогостоящие компоненты и используется сложный процесс производства. На цену материала также влияют его уникальные характеристики – прочность и легкость. Это естественно, что за такое «ноу-хау» и эксклюзивные свойства продукта производители делают наценку, объясняя это тем, что карбон – будущее в

автомобилестроении, авиастроении, изготовлении электроники, строительстве и многом другом. Продукт пользуется спросом, но еще не используется массово из-за своей стоимости.

Способы удешевить технологию получения углеволокна. Ради совершенствования технологий производства карбона создан специальный немецкий проект MAI Carbon, на который работает более 70 компаний, институтов и лабораторий, в том числе Audi и BMW; по словам его руководителя К. Дрекслера, затраты на производство углеволокна могут быть снижены на 90%. В результате композит может стать значительно дешевле, а значит, доступным для массового автомобильного производства. А при увеличении объемов производства кузова из углепластика станут стоить столько же, сколько стальные, и появятся у дешевых автомобилей.

По словам Дрекслера, для удешевления и ускорения производства нужно сделать процесс более автоматизированным. Подробностей участники проекта пока не раскрывают, однако в качестве реального примера можно вспомнить литиевые батареи, которые в последние годы удается делать все более доступными. Пассажирская клетка электрокара BMW i3 выполнена из композита, а это уже массовая модель.

Например, технология струйного переноса сухой смолы, разработанная и запатентованная австралийской компанией Quickstep на средства правительства, уже позволяет автоматизировать изготовление кузовных панелей. Робот распыляет смолу особого состава в сухом виде, что позволяет избавиться от дорогостоящей подготовки жидкой смолы. Анализируется применение в качестве карбонового сырья лигнина, который получают из древесины и который по прочности на сжатие соответствует бетону, или подогрев при помощи плазмы. Ищут способы заставить углепластик работать с термопластиковыми смолами, что может удешевить производство на 60-70% и упростить устранение ошибок.

Тенденцию отказа от металла можно проследить и на примере использования пластиков в автомобилестроении. Начиная с 1970-х годов доля металлических частей в автомобиле неуклонно снижается: если ранее обычный автомобиль на 79% состоял из стали, то на сегодняшний день доля металла в автомобиле — около 55%. Пластмассы, напротив, показывают устойчивый рост: с 6% в начале 1970-х до 18% к 2020 году, а резины – с 2% до 7%. Сначала может показаться, что пластики используются лишь в отделке салона, однако их можно найти в кузове, в подвеске и даже в двигателе машины.

Сегодня в легковом автомобиле применяется 150-200 кг пластмасс, но уже к 2020 году это количество может возрасти до 300 кг, что будет сопровождаться уменьшением веса автомобиля.

В российском автопроме процесс замены металлических частей пластиковыми идет значительно медленнее. Например, количество пластиков в автомобилях российских марок не превышает 10% от общей массы автомобиля. Такое отклонение от тренда обусловлено двумя факторами. Во-первых, в России нет такого масштаба производства конструкционных пластиков. Из всех полимеров, которые производятся на территории России, лишь 5% предназначены для автомобилестроения. Во-вторых, сказывается консервативный подход в разработке новых моделей машин.

Инновационные пластики. Например, из полипропилена делаются некоторые части двигателя, колпаки колес и приборная панель; полиуретан применяется в сиденьях, полиэтилен – в ковриках, полиамид – в шестернях, рычагах включения привода, корпусах предохранителей, бензобака и аккумулятора. Привычный в быту поливинилхлорид (ПВХ), из которого делают натяжные потолки и линолеум, используется для изготовления проводки. Поликарбонат, один из наиболее ударопрочных термопластов, может заменить большинство металлических частей автомобиля.

Говоря о дополнительной жесткости, надо отметить, что пластики можно армировать: применение армированных волокон увеличивает прочность конструкции и обеспечивает термостойкость деталей. Например, армированные волокна используются для изготовления деталей приборов, которые подвергаются тепловым воздействиям.

Помимо lightweightrevolution еще одним преимуществом пластиков над сталью является долговечность материалов: они не подвержены коррозии, а также обладают большой термоустойчивостью. Использование звукопоглощающих композитных материалов в отделке салона также улучшает шумоизоляцию.

Помимо всех перечисленных ранее факторов, использование пластиков также обеспечивает простор для различных конструкционных и дизайнерских решений. Термопластичные полимеры поддаются переработке, из них можно получить детали различной формы и цвета. Таким образом, внедрение пластиков может сильно изменить и внешний вид автомобиля будущего. Также пластик и пластмассовые композиты хорошо подходят для массового производства. Уже сегодня получает распространение 3D-принтинг различных деталей, в ближайшее время аддитивные технологии постепенно будут внедряться в производство.

Использование алюминия. Детали весят примерно вдвое меньше стальных аналогов. Это приводит к снижению веса автомобиля, что положительно сказывается на расходе топлива и динамике. Однако, стоимость алюминия, включая затраты на его добычу, обработку и производство деталей, значительно выше, чем у стали. В итоге, производитель получает более дорогой автомобиль, который не всегда может быть конкурентоспособен на рынке. Кроме того, обработка алюминия более сложна и требует специализированного оборудования. Сварка алюминия также отличается от сварки стали, требуя особых навыков и технологий. Это приводит к повышению стоимости производственного процесса.

Ещё один фактор – склонность алюминия к коррозии в определенных условиях. Хотя алюминий образует защитную оксидную пленку, она может быть повреждена, что приведет к коррозии. Поэтому для защиты алюминиевых деталей кузова необходимы дополнительные обработки и покрытия, что снова увеличивает стоимость. В итоге, несмотря на преимущества алюминия в легкости и прочности, его высокая стоимость и сложность обработки ограничивают его широкое применение в массовом производстве автомобильных кузовов. Сейчас алюминий часто используют в виде отдельных деталей или в комбинации со сталью, чтобы достичь оптимального баланса между весом, прочностью и стоимостью.

Итак, подведем итоги по поводу пластиковых и алюминиевых кузовов. Автомобильные кузова будут более легкими, чем из стали, примерно на 30 %. Это приведет к экономии бензина. Будут более технологичными. Пластиковые кузова. Здесь нужно сделать акцент на том, что необходимо обеспечить жесткость кузова и его безопасность, чтобы соответствовать всем современным требованиям. Чтобы его применить, нужно настолько увеличить толщину деталей, что авто из пластмассы станет значительнее тяжелее стального. Следовательно, увеличатся расход топлива, потребуется более мощный двигатель, чтобы сохранить динамику, а затем другая подвеска, тормозная система, что приведет к удорожанию авто. И поэтому пластик нашел применение только в тихоходных автомобилях. Чтобы запустить производство пластикового кузова, надо полностью перестроить всю технологическую линию, так как технология производства будет совсем иной.

Новые виды углеродного пластика могут обеспечить конструкции необходимую жёсткость, но, к сожалению, не могут похвастать высокой эксплуатационной прочностью. Проще говоря, пластик под нагрузкой уступает металлу и не выдерживает сильных механических ударов. Не менее серьёзный недостаток – его повышенная горючесть. К тому же при горении он выделяет очень опасный для человека едкий дым.

Но главное – цена. Выпуск пластикового автомобиля на удивление обойдётся потребителю намного дороже, ибо стоят новые композитные материалы пока на порядок больше, а для выпуска таких авто придётся еще и полностью перестроить производство.

Пластик, несмотря на его преимущества, имеет ряд недостатков, которые делают его использование для кузовов массовых автомобилей невыгодным. Например, обычный термопластичный материал недостаточно прочен. Он легко трескается под нагрузкой или при сильном ударе. По этой причине пластик чаще всего применяют для создания небольших деталей, таких как бамперы, накладки или панели.

В заключении отметим и про сам металл, который обладает рядом преимуществ, делающие его идеальным выбором для массового автомобилестроения. Во-первых, сталь легко поддаётся штамповке, что ускоряет производство. Во-вторых, она прочна и безопасна: при столкновении стальной кузов деформируется, защищая пассажиров. В-третьих, сталь дешева и поддаётся переработке, что снижает затраты на производство и уменьшает вред для окружающей среды.

Библиографический список

1. Епифанов, В.В. Конструкционные и защитно-отделочные материалы в автомобилестроении". Ульяновск УлГТУ 2023.
2. Eduard Kraus. Сталь или алюминий. SKZ – German Plastics Center. Research Gate
3. Сапрыкин, В.В., Епишкин В.Е. Организация производства автотранспортных средств с кузовом из полимеров на примере внедорожника Stalker APAL-21541. Тольятти, 2022

УДК 620.193

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., КОРЧАЖКИН М.Г.

НЕРЖАВЕЙКА. ЖАРОПРОЧНЫЕ И ЖАРОСТОЙКИЕ СТАЛИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нержавеющая сталь – это легированная сталь, устойчивая к коррозии в атмосфере и агрессивных средах, обладающая термостойкими свойствами. Используется в агрессивных средах и должна иметь высокую коррозионную стойкость. Хром является основным легирующим элементом, который делает эти стали нержавеющими. При содержании хрома более 12.5 % на ее поверхности образуется защитная оксидная пленка Cr_2O_3. Для того чтобы придать обычной стали коррозионную стойкость используется метод сплавов. Обычная сталь – это соединение железа с углеродом. Именно углерод придает металлу специфические свойства. Легирующие элементы, которые используются для придания специальных свойств, вводятся в расплав в определенной концентрации и количестве. Для того чтобы получить коррозионную стойкость у стали необходимо легировать ее хромом. Именно введение хрома в количестве более 13% позволяет получить коррозионностойкие свойства.

Первый способ получения нержавеющей стали. Сплавление стали с такими элементами как медь, никель и другими элементами. Идея заключается в том, что мы сплавляем железо с такими материалами, которые оказываются чуть правее в ряду активности металлов, из-за этого активность стали понижается, следовательно, благородное свойство у металла увеличивается, но на практике такой способ в одиночку использовать невозможно, он является вспомогательным.

Второй способ. Уменьшение содержания углерода в стали. Если мы будем просто уменьшать содержание углерода, то на выходе получим материал, который на выходе потеряет большую часть механических свойств, поэтому этот способ применяется вместе с первым.

Третий способ. Добавление в сплав хрома, что позволяет получать высокие коррозионные свойства.

Все три способа используются комбинировано.

Для того чтобы получить сплав, нужно сделать расплав, в него добавить один элемент, а затем другой, и когда они находятся в расплаве, происходит взаимодействие между их частицами. Они перемешиваются и получаются две разнородные жидкости, которые меняются частицами друг с другом. Когда мы начинаем это кристаллизовать, происходит несколько вариантов взаимодействий, а это образование твердого раствора новых фаз и механической смеси. Добавляем хром в исходный состав из железа и углерода в таком количест-

ве, чтобы он остался в свободном состоянии после организации различных взаимодействий. Образование несвязанного хрома связано с образованием некого его свободного количества, которое вступает во взаимодействие с кислород воздуха, тем самым окисляется и образует прочную оксидную пленку на поверхности железа. Пленку нержавеющей стали можно повредить, поэтому при активном механическом воздействии оксидная пленка на поверхности нашего сплава может потерять свои свойства и сталь может стать ржавеющей.

Чтобы получить максимальную антикоррозионную стойкость, всегда нужно выполнять дополнительно термическую обработку. При изготовлении качественной нержавеющей стали применяется введение различных добавок типа никеля, меди и т. д. Введение хрома более 13% и термическая обработка. Уменьшение углерода в стали. Помимо того, что у нее хорошая антикоррозионная обработка, она еще обладает такими свойствами как износостойкость и прочность.

В зависимости от состава коррозионно-стойкие или нержавеющие стали подразделяют на два основных класса: хромистые и хромоникелевые.

Хромистые стали самые дешевые из нержавеющих, эти стали обладают достаточно хорошим комплексом технологических свойств. Углерод в нержавеющих сталях является нежелательным элементом, потому что, связывая хром в карбиды, он тем самым обедняет твердый раствор хромом и снижает коррозионную стойкость стали. Чем больше содержания хрома в стали, тем выше коррозионная стойкость хромистых сталей.

Их выпускают трех типов:

- 13% хрома - это 08х13, 40х13;
- 17% хрома – это 12х17, 14х17н2;
- 25-28% хрома - это 15х25т, 15х28.

Все хромистые детали подвергают закалке при температуре 1000-1100 градусов в масле с последующим отпуском.

Хромоникелевые стали (к примеру, 12х18н9т) – это сталь коррозионностойкая, жаростойкая, жаропрочная аустенитного класса (парамагнитная).

Нержавеющие стали, имеющие аустенитную структуру, обладают более высокой коррозионной стойкостью, лучшими технологическими свойствами по сравнению с хромистыми нержавеющими сталями, в частности они лучше свариваются. Они сохраняют прочность до более высоких температур, в то же время аустенитные стали не теряют пластичности при низких температурах.

Сорта нержавеющей стали:

– аустенитная содержит от 18-20% хрома и от 8-10% никеля. Немагнитная сталь с хорошей антикоррозионной защитой;

– мартенситная содержит от 10 до 18% хрома и может подвергаться закалке;

– ферритная сталь содержит от 10 до 30 %, но не может подвергаться закалке. Данный сорт стали немного более устойчив к коррозии, чем мартенситная сталь;

– мартенситно-ферритная обладает хорошей коррозионной стойкостью в атмосферных условиях, в слабоагрессивных средах и имеет высокие механические свойства. В основном ее применяют для изделий, работающих на износ.

В случае с обычной сталью ржавчина, образующаяся на ее поверхности, может проникнуть вглубь металла, а нержавеющая сталь обладает способностью создавать на своей поверхности тонкий непрерывный слой оксида хрома, препятствующий окислению. Этот процесс называется пассивация – может происходить при достаточном содержании хрома в стали.

Хром повышает твердость и прочность, незначительно уменьшая пластичность, увеличивает коррозионную стойкостью. Содержание хрома в больших количествах делает сталь нержавеющей.

Сера является вредной примесью. Она находится в виде FeS. Это соединение сообщает стали хрупкость при высоких температурах. Сера увеличивает истираемость стали, уменьшает коррозионную стойкость.

Фосфор является вредной примесью. Он образует с железом соединение Fe_3P, кристаллы которого очень хрупки. Однако фосфор улучшает обрабатываемость стали, так как способствует отделению стружки.

Кремний содержится в небольшом количестве. При повышении содержания кремния улучшаются упругие свойства и стойкость против окисления при высоких температурах.

Марганец содержится в небольшом количестве. Однако марганец повышает твердость и прочность стали, незначительно уменьшая ее пластичность.

Никель – элемент, который улучшает пластичность, ударную вязкость и прокаливаемость стали. Также усиливает действие хрома, обеспечивая защиту от коррозии. Никель в химическом составе способствует снижению теплового расширения, что позволяет использовать нержавеющую сталь в контакте с кислотными растворами (соляная, фосфорная, серная).

Для повышения сопротивления коррозии в кислотах в нержавеющую сталь вводят молибден и медь.

Способность к сопротивлению коррозии также достигается за счет финишной обработки стали (полировка).

Порог из нержавейки в автомобиле. Стоит сразу отметить высокую цену. Нержавейку очень трудно резать, поэтому ножи изнашиваются в разы быстрее. Потом ее надо выгнуть, а этот металл достаточно прочный, поэтому листогиб с трудом будет гнуть, в отличие от черного металла. Чтобы зашпатлевать и покрасить, ее надо очень хорошо зашкурить, если плохо это сделать, то держатся ничего не будет. Плюсы. Есть возможность не красить, высокая антикоррозионная стойкость и прочность.

Рождение автомобиля из нержавеющей стали. Знаменитая машина DMC-12 Джона Делориана, компания Ford. К сожалению, машина так и не вышла в серию по ряду причин: высокая стоимость, вес автомобиля увеличился на 25%, что отразится на затратах на топливо и т. д.



Рис.1. Делориан из нержавейки

Нержавейка AISI430 – техническая безникелевая нержавейка 08х17 с содержанием хрома 17% (бюджетная техническая нержавейка ферритного класса) обладает магнитными свойствами. Условно нержавеющая, это значит, что она не ржавеет при определенных условиях. В первую очередь являются низкие параметры шероховатости изделия из этой стали, отсутствие нарушения структуры – это сварные швы и околошовные зоны и достаточно лояльная окружающая среда, к примеру, сухой комнатный климат и отсутствие механических повреждений. При несоблюдении этих условий появляется ржавчина на сварочном шве. Зависит ее появление от интенсивности эксплуатации, окружающей среды, механических повреждений. Срок службы составляет от нескольких месяцев до нескольких лет.

Ферритная структура говорит о строении кристаллической решетки. Эта сталь относится к группе «ограниченно свариваемые», это значит, что если мы хотим получить надеж-

ный долговечный шов, то сварка должна производиться с предварительным подогревом заготовок и с последующим их плавным охлаждением. Эта сталь воспринимает закалку. Если пренебречь данными требованиями, то в момент, когда начнем класть шов, т.е. плавим металл, после сварки расплавленный металл резко охладится за счет отвода тепла в тело заготовки. В итоге получим шов со множеством остаточных напряжений, которые, находясь внутри, стремятся выйти наружу, следовательно, конструкция разрушится в этом месте.

Магнитная условно нержавеющая сталь общего назначения с ферритной структурной.

AISI 304/321 – пищевая благородная нержавейка аустенитного класса 12Х18Н10 или 12Х18Н10Т основные легирующие элементы хром 18% и никель 10% .

Газовая коррозия –это разрушение металла в среде агрессивных газов (кислорода, оксида серы, хлороводорода) обычно при высоких температурах. Продуктами газовой коррозии являются гематит, магнетит, вюстит. Для борьбы с ней были разработаны специальные стали.

Жаропрочные и жаростойкие стали. Жаростойкость – это способность материалов сопротивляться газовой коррозии (не окисляться) при высокой температуре в течение длительного времени. Для повышения жаростойкости в сталь вводят хром, алюминий, кремний, которые благоприятным образом изменяют состав и строение окалины.

Для деталей различных высоких температурных установок, газовых турбин применяют жаростойкие ферритные стали 12Х17 и 15Х25, а также аустенитного типа 20Х23Н13 или 36Х18Н25С2. Эти стали еще обладают и жаропрочностью.

Жаропрочность – это способность материала длительное время сопротивляться деформированию и разрушению под действием приложенных сил при высоких температурах, которые составляют более 0.3 от температуры плавления. Для обеспечения жаропрочности необходимо замедлить диффузию, т.е ограничить подвижность дислокации. Жаропрочные стали делятся на классы: перлитный, мартенситный и аустенитный. Для выпускных клапанов двс применяют хромокремниевые стали, называют их еще сильхромы.

Стали мартенситного класса, например: 40Х9С2, 40Х10С2М. Они нужны для работы при температуре до 650 градусов. Сильхромы используют для изготовление деталей, работающих при температурах до 650 градусов.

Типовой режим термической обработки – это закалка с температурой 1050-1100 градусов и отпуск при температурах 720-780 градусов.

Стали аустенитного класса по жаропрочности превосходят перлитные и мартенситные стали и применяются при температурах выше 650 градусов. Для получения устойчивой аустенитной структуры их легируют никелем или марганцем, а для образование карбидных или интерметаллидных фаз вводят молибден, титан, алюминий и вольфрам, содержание углерода в этих сталях составляет обычно от 0.1 до 0.4 %. Из этих сталей изготавливают детали турбин, клапаны двигателей, теплообменники, детали выхлопных систем, камеры сгорания и нагревательные элементы. Например: 12Х18Н10Т, 10Х23Н18, 40х15Н7Г7Ф2МС, 10Х11Н20Т3Р, 45Х14Н14В2М.

Итак, нержавеющая сталь, в зависимости от сорта, имеет высокую антикоррозионную защиту и прочность. Также нержавейка имеет яркий серебристый цвет и гладкую поверхность, что дает возможность не наносить ЛКП. Но, к сожалению, такие недостатки, как увеличение веса, сложности производства, коммерческой целесообразности, высокой цены и нехватка сырья, не позволяют производить такие автомобили.

Библиографический список

1. Бородулин, Г.М. Нержавеющая сталь. Москва : Металлургия, 1973.
2. Фавстов, Ю. К. Министерство высшего и среднего специального образования РСФСР Куйбышевский авиационный институт им. С. П. Королева. Коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные стали и сплавы. 1990.
3.Хельми, А. Юсеф Александрийский Университет, Египет. Обработка нержавеющих сталей и жаропрочных сплавов. традиционные и нетрадиционные методы. 2016.

УДК 628.147

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А

ОБРАБОТКА АВТОМОБИЛЯ С ПОМОЩЬЮ МЛ-МЕТОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для того чтобы лучше понять, как происходит коррозионный процесс в различных средах, был проведен эксперимент, порядок которого изложен далее.

Берем три сосуда, первый заполняем H_20(обычная вода), второй –H_20+NACL (обычная вода и соль, соленость как у морской воды), третий –H_20+NACL, но в этот сосуд сверху нальем моторное масло.

Кладем в каждый сосуд по два вида гвоздей: железные и оцинкованные.

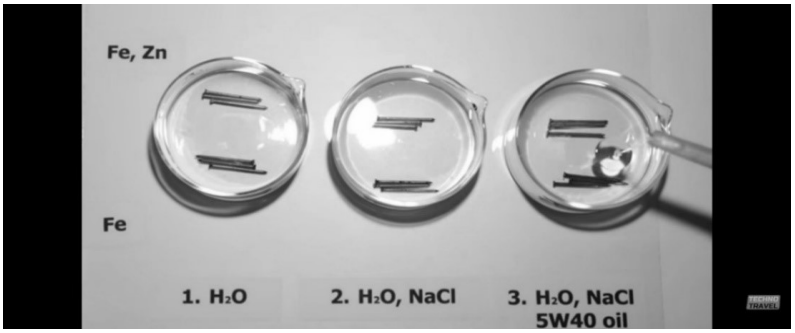


Рис.1. Помещаем гвозди в три емкости

В простой воде оцинкованные гвозди не изменились, а обычные покрылись рыхлой ржавчиной. С соленой водой реакция оказалась менее опасна, а соленая вода под слоем масла никак не подействовала на гвозди.

Суть кроется в кислороде, он легко растворяется в воде, и быстрее всего это происходит в обычной воде без соли. В морской воде кислород растворяется не так активно и поэтому во втором сосуде процесс идет медленно. В третьей чаше слой масла не пускает кислород к гвоздям. Оцинкованные без изменений.

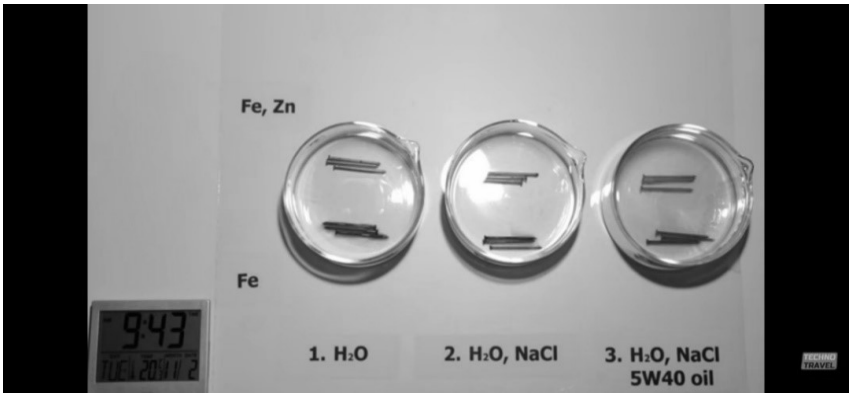


Рис.2. Спустя 14 часов

Через 3 суток в 1-й идет активный коррозионный процесс, соляная вода во 2-м сосуде тоже начала разрушать обычные гвозди, а в чаше с маслом появился тонкий рыжий налет. Оцинкованные без изменения

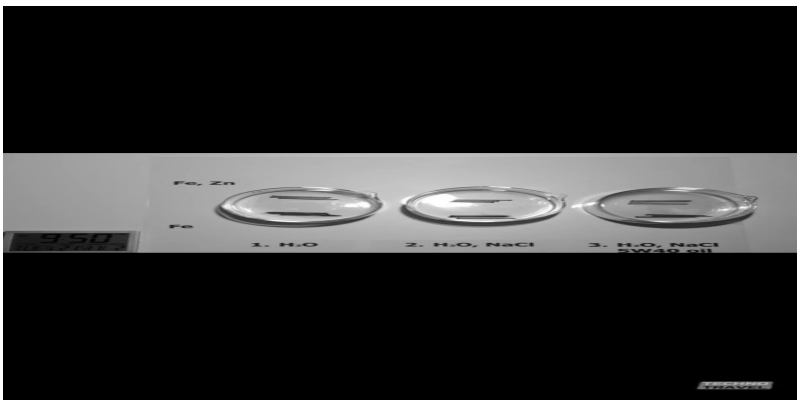


Рис.3. Спустя 3 суток

Прошло 2 недели. Обычные гвозди и в обычной и соленой воде активно коррозируют. В соленой воде оцинкованные дают слабину, на них появилось подобие шубы. В 3-й чаше под слоем масла на обычных гвоздях тоже развилась коррозия. Это связано с тем, что в воде изначально был растворен кислород, и он вступил в реакцию, а масло не пускает к гвоздям новый из внешней среды, поэтому все происходит медленно. Оцинкованные не пострадали под слоем масла. Стоит отметить, что в первых двух чашах половина воды испарилась, а в 3-й масло не дает воде испаряться.

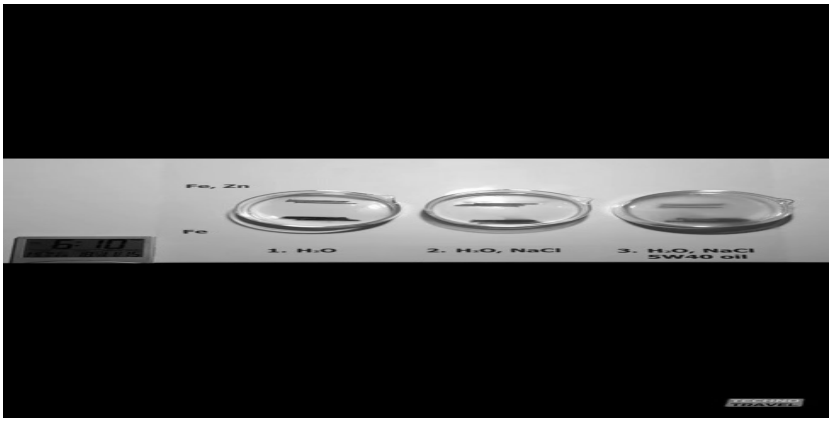


Рис.4. Спустя 2 недели

Спустя месяц. В первых двух чашах колоссальные разрушения, пресная и соленая вода разрушают и съедают голый металл. Оцинкованные гвозди выдержали тест в обычной воде практически без изменений, а в соленой от оцинкованных гвоздей начали отслаиваться хлопья. Под слоем масла оцинкованные гвозди практически не изменились, на обычных гвоздях слой ржавого налета увеличился. В первых двух чашах испарилась большая часть воды.

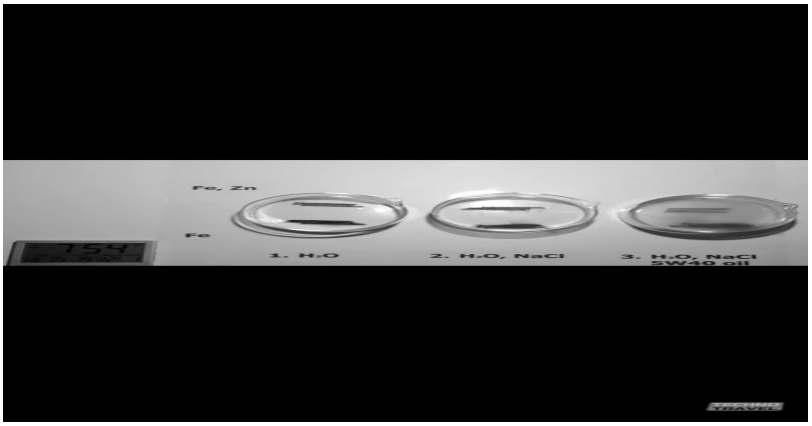


Рис.5. Спустя месяц

Достаем гвозди из емкостей. Берем гвоздь в пресной воде и протираем его от налета. Отчетливо видна площадь разрушения. На неочищенных гвоздях можно увидеть подобие шапки. Ущерб есть, но не существенный. Далее достаем гвоздь из соленой воды и видим, что повреждения есть, но процесс шел медленнее из-за того, что кислород в ней хуже растворяется. В 3-й чаше протираем от налета и замечаем, что это один из лучших вариантов, так как слой ржавчины минимален.

В результате проведенного эксперимента можно сделать следующие выводы.

1. Не так страшны вода и соль сами по себе, как их сочетания с кислородом. Оцинкованное покрытие гвоздей помогает противостоять коррозии, однако в пресной воде появился еле заметный рыжий налет. В соленой воде начали выпадать хлопья. В 3-й чаше под слоем масла цинковое покрытие сохранилось лучше всего. Изоляция от кислорода помогла сохранить оцинковку.

2. 3-я чаша простояла два месяца, и процесс давно остановился, т.е. весь кислород, который был под слоем масла, прореагировал в первый месяц, а новый туда не поступал, и гвозди перестали разрушаться далее.

Стоит различать коррозию и ржавчину. Коррозия – это процесс, а ржавчина – это результат коррозии. Бороться надо с процессом, а не с результатом. Металл сам по себе окисляется, и окисление происходит двумя способами. Первый способ заключается окисление кислородом воздуха. Второй в результате электрохимических процессов, когда металл разрушают такие слабые гальванические токи. В машине всегда есть влага, которая появляется в результате дождей, форсирование луж, в которых могут находиться антигололедные реагенты, конденсата и грязный воздух. Вот это и есть электролит, благодаря которому начинается процесс электрохимического разрушения слабыми токами металла. В результате чего нарастает ржавчина, где рыхлый аморфный слой металла уже не является конструкционным материалом. Чем чище воздух, тем меньше шансов у коррозии. В шведском институте «Металла и коррозии» доказали, что автомобиль в сельской местности ржавеет примерно в 4-6 раз медленнее, чем в промышленном регионе. Также стоит отметить, что очень влияет морской климат, так как соленые ветра, туманы тоже вызывают коррозионные процессы.

Самым лучшим сезоном развития коррозии является зима, особенно если она с большими перепадами температур, теплая и с мокрым снегом. Безопасный сезон – это сухое и жаркое лето. Весна и осень являются средним уровнем опасности, стоит помнить, что весной остатки гололедных реагентов на дороге еще действуют, а осенью начинаются дожди.

Переходим непосредственно к обработке. Для начала нужно посмотреть, с каким автомобилем придется работать. С новой машиной обработку провести проще, так как его не придется мыть, ведь уже годовалое авто нужно будет отмывать от грязи снизу и со снятием колес и защит, чтобы добраться до днища колесных ниш и скрытых полостей. В идеале лучше не покупать поддержанный авто, не отмыв днище для осмотра, так как есть риск, что после мойки обнаружится пораженный ржавчиной низ машины. Кузов, пораженный коррозией, уступает новому кузову по прочности, потеря которой составляет порядка 20% от первоначального значения, что ведет к ухудшению безопасности в случае аварии.

Промывать нужно, предварительно закрыв датчики, чтобы избежать попадания воды и коррозионных составов. Мойка днища от грязи, под защитными кожухами и подкрылками может обнаружить значительное количество грунта. После мойки наружных поверхностей необходимо промыть скрытые полости, там тоже находится грязь, так как эти полости негерметичны, и во время движения вода и песок легко попадают вовнутрь и оседают в них, а в холодное время года туда устремляются еще и реагенты; для обработки данных участков вынимаются резиновые заглушки. Оптимальным решением является тщательная мойка под давлением, поскольку самостоятельно выйти оттуда или просохнуть данная масса не может.

Практика показывает, что легковой авто можно перевозить около 2 кг грязи в полости и карманов. Внедорожник, особенно рамный, все 20 кг, а после вылазок в глину до 70 кг гря-

зи. Автомобиль нужно мыть дважды. Первый смыв нужен после моющей химии с удалением первого слоя грязи, второй промывкой удаляем остатки. Стоит отметить, что это машина, которая передвигалась по трассе, с отсутствием выездов на бездорожья.

Из-за постоянной тряски, разгонов, торможений, вибраций и поворотов песок с реагентами все время движется внутри деталей и царапает покрытия, соскребая заводскую защиту. Снаружи может блестеть краска, а внутри – глубокая коррозия.

Мойка под давлением продолжается до тех пор, пока из полости не потечет чистая вода. Иногда во внедорожники грязи набивается так много, что появляются наросты внутри, а иногда глина полностью забивает раму закрытого сечения, для промывки тогда приходится использовать специальную насадку двустороннего действия. В самых тяжелых случаях прочищают тросом. Допускается обрабатывать слегка загрязненную поверхность, но слой толщиной в 2-3 мм уже непреодолим для масляных антикоров, и если в раме останутся скопления грязи, то наносить состав будет непросто бессмысленно, но и вредно, так как под комьями влажной грязи коррозия будет развиваться особенно активно. Нельзя обрабатывать грязные скрытые полости. Мойка днища и скрытых полостей является первым уровнем в защите от коррозии. Если это делать каждую весну, то только этой процедурой можно продлить жизнь кузову.

Оставлять воду внутри нельзя, поэтому следующий этап сушка. Включаются мощные тепловые пушки с большой скоростью потока. Мастер использует специальный продувочный пистолет и проходит все детали закрытого сечения, а также другие места, в которых может собираться вода. Далее машина готовится к дальнейшей обработке, и для этого кузов просушивается несколько часов. Теперь можно переходить к маскировке кузова. Она нужна для того, чтобы составы не попадали на двигатель, систему выпуска, а также на амортизаторы, резину, тормоза и датчики. Все это закрывается бумагой, пленкой или малярным скотчем.

Самым сложным процессом является защита всего этого лабиринта из листов, сварных точек и сложных примыканий.

Подход в обработке, чтобы состав хорошо обработал эти поверхности, был придуман еще в 60-е гг. (Швеция, С. Лаурен). Он обратил внимание на масло, которое, пропитывая лист бумаги, ползет по разным поверхностям, возможно, оно проникнет и в лабиринт, состоящий из сложных примыканий. После многочисленных экспериментов был разработан состав на основе тонких масел определенной текучести.

Из эксперимента было видно, как масло перекрывает доступ кислорода к металлу, но остаточно растворенный кислород присутствует в воде. Что если использовать масло как транспорт, который доставит вещества, останавливающие коррозию в местах плотного примыкания деталей. В итоге получается двойное действие: масло не дает новому кислороду добраться до металла, а ингибиторы остановят существующую коррозию. МЛ-составы заполняют швы и стыки, пропитывают поры и микротрещины, вытесняют влагу. МЛ-метод, где М – название компании, Motormannen, и Л – фамилия инженера, Laurin.

После схода с конвейера машину необходимо обработать МЛ-составом, масло с добавками должно пропитать все швы. Естественно, это не сделать ни кистью, ни валиком, ни краскопультом и поэтому следующие изобретение относится к способу нанесения. Были разработаны специальные длинные насадки, напоминающие медицинский зонд, распыление происходит безвоздушным способом, где давление на срезе форсунки составляет 200-250 атмосфер. Получается мощный веер, который распыляет в самые удаленные уголки порогов, лонжеронов. Туда подается чистый рабочий состав сразу в нужной концентрации, он ложится равномерно и проникает в самые узкие места, при этом материалы являются влаговытесняющими, и допускается нанесение на слегка влажную поверхность, но слоя воды внутри быть не должно. Насадка вводится внутрь детали через технологическое или дренажное отверстие, после чего начинается распыление по внутренней поверхности, а дальше состав расползается и заполняет все швы, стыки, поры, микротрещины, закрывая доступ кислороду

и доставляя туда ингибиторы коррозии. Стоит отметить, что при изготовлении кузова в процессе сварки детали нагреваются до нескольких тысяч градусов, грунт обгорает, металл оказывается незащищенным. Достаточно влажного воздуха, чтобы коррозия начала развиваться в местах примыкания металлических листов. Поэтому обработка таким образом очень эффективна.

На некоторых авто отсутствуют заводские антигравийные покрытия, закрывающие уязвимые места. Можно нанести этот состав самостоятельно. Деталь тщательно обезжиривается, кузов маскируется, затем распыляется материал. После высыхания получается прочное эластичное покрытие толщиной около 1 мм. Оно защищает от повреждения песком, камнями в особо уязвимых зонах: порогах, фартуках, выступающих элементов крыльев. Если на днище и арках обнаружена ржавчина, то перед последующими нанесениями покрытия она грунтуется МЛ-составами. Иногда в случае значительных коррозионных повреждений, когда присутствует сквозная коррозия, МЛ-обработка остается единственным возможным вариантом защиты. Если авто эксплуатируется в городских условиях, то часто проводится обработка внешних поверхностей днища с помощью МЛ-составов. Это один из самых простых, но очень эффективных методов борьбы с коррозией. Покрытие выдерживает 20-30 тыс. км пробега. Для более сложных условий применяются более прочные материалы. Износостойкий материал применяется, если нужна более высокая степень механической защиты при усредненной эксплуатации; он служит более 100 тыс. км пробега. Обычно это материал на битумных или восковых основах. Нанесение высоковязкого материала на днище достаточно ответственный процесс, требующий тщательности и аккуратности, составы наносятся методом безвоздушного распыления под давлением до 500 атмосфер. Такой метод обеспечивает максимальный коэффициент переноса и позволяет добиться высочайшего качества защитного покрытия.

На этом работы под машиной завершены. Устанавливаются на место заглушки. В некоторых случаях в колесные арки наносятся противоизносные пасты, так называемые жидкие подкрылки, они имеют тройное назначение: механическое, антикоррозионное защита и шумо/виброизоляция. Материал может наноситься вручную кистью или шпателем, а также распылителем. Жидкие подкрылки можно наносить и целиком на днище, такие варианты обработок применяются для авто, эксплуатируемых в тяжелых условиях, например: на бездорожье, с большими пробегами или с задачей дополнительной шумоизоляцией.

Следующий этап. Удаляем маскировочные материалы, устанавливаем защиты, подкрылки и колеса. Убираем излишки материала с кузова и опускаем авто. Мастер наносит состав на места, ранее закрытые упорами подъемника.

Теперь по специальным технологическим картам обрабатываем внутреннее пространство дверей, стоек, усилителей капота, багажника, затем меняем насадку и проходим швы моторного и багажного отсеков дверей, пространство под уплотнителями.

Хочется отметить, что все кузова отличаются, и в тех. центрах неслучайно используют специальные технологичные карты. Дело в том, что при сварке кузова образуются такие скрытые карманные короба, доступ к которым через технологические отверстия не предусмотрен. Однако также внутри этих закрытых коробов из-за перепадов температур выпадает конденсат, влага остается там, не просыхая месяцами. Через неплотные стыки туда может попасть вода с реагентами, и аналогичным образом там незаметно развивается коррозия, поэтому в ряде случаев приходится дополнительно по согласованию с владельцем сверлить кузов, чтобы качественно обработать скрытые полости, к которым нет доступа. После распыления составов они закрываются заглушками. Стоит отметить, что еще в советское время в журнале “За рулем” и в технической литературе специально указывалось, где именно нужно сверлить отверстие, чтобы пролить их тем же мовилем. Так что перед самостоятельной обработкой стоит хорошенько изучить конструкцию кузова. Составы наберут заявленные свойства в ближайшие две недели, но эксплуатировать машину можно сразу же.

После этого обработка почти закончена, авто моется, протираются стекла. Для того чтобы материалы глубоко пропитали все швы и скрытые полости, а также полностью сформировалось защитное покрытие днища, рекомендуется щадящий режим эксплуатации в первые сутки, необходимо воздержаться от мойки днища в течение двух неделей после обработки. Машина готова.

Процесс обработки электромобилей. Производители антикор-составов разработали специальные технические карты для большинства электроавтомобилей.

Обработка начинается со снятия колес, подкрылок, защит. Кузов поднимается на подъемнике и отмываться от грязи под высоким и низким давлением. Направлять струю прямо на разъемы не допускается. Дальше пена смывается водой, промываются арки, скрытые полости пороги. Сушка осуществляется при температуре 50 градусов, затем продувка скрытых полостей сжатым воздухом и можно переходить к маскировке. Закрываем тормоза, амортизаторы, датчики, а также электромоторы и картеры агрегатов. Важный момент: нельзя покрывать антикором оранжевые силовые кабели, чтобы не уменьшать их теплоотдачу. Все это закрывается. Разъемы очень страдают зимой, когда на дороге рассыпано большое количество реагентов. Тут желательно нанести состав, который защитит их от влаги, иногда приходится снимать щитки. На разъемы с резиновыми уплотнениями не должны попасть масляные антикоры, чтобы резина не разбухала. Для дополнительной защиты их покрывают специальным консистентной смазкой (диэлектриком).

Дальше идет обработка скрытых полостей в два этапа. Сначала грунтование красным праймером ингибитором. Он обладает хорошим проникающим свойством. Далее обрабатываем по технологической карте короба, пороги и лонжероны. Затем меняем оснастку и распыляем защитный восково-масляный МЛ-состав желтого цвета, внутри скрытых полостей сформируется износостойкая пленка. Насадка снова меняется, обрабатываются примыкания кузовных листов, усилитель бампера и другие детали. Теперь для защиты внешних поверхностей, днища и колесных арок используются износостойкие защитные материалы на битумно-восковой основе, которые предохраняют от камней и дорожного пескоструя. Такие составы выдерживают до 100 тыс км пробега. С гибридом то же самое. Покрытия распыляются на уязвимые участки днища. Поверхность батареи не покрывается антикоррозионным материалом. После окончания работы возвращаются на место все снятые элементы, снимается маскировка, прикручиваются колеса.

Дальше будут обработаны скрытые полости в верхней части кузова. Это капот, двери, крышка багажника. Все то же самое, как и с обычными авто. На покрытие идет гарантия от 4 до 8 лет, в зависимости от возраста модели и состояния кузова. Обязательно раз в год нужно приехать на бесплатный гарантийный осмотр.

Из-за мощной батареи они как минимум на 300-400 кг тяжелее бензиновых аналогов. Полная масса авто Zeekr-001 составляет 3 тонны, как рамная газель с грузом. Это очень большая нагрузка на места сварки элементов несущего кузова, особенно на плохих дорогах. В наших условиях износ ускорится, и нужна дополнительная защита сварных швов от попадания туда влаги и реагентов.

Стоит отметить несколько моментов, связанных с электромобилями в целом. Всегда нужно обеспечивать отличное заземление на домашних зарядках. Иначе электрический потенциал будет присутствовать на кузове, что приведет к ускорению коррозии. Нельзя покрывать батарею мастикой, так как это приведет к нарушению теплообмена. Нельзя сверлить отверстия в привычных местах для получения доступа к закрытым полостям, так как там может пролегать электрокабель. Коррозия активно развивается в задней части кузова, за колесными арками. Много жалоб связано с местами крепления массового кабеля, расположенного на днище и соединяющего батарею и кузов, где при возникновении коррозии контакт ослабляется. Здесь нужна обработка специальным защитным составом.

Советская марка Мовиль (название расшифровывается как Москва-Вильнюс) и канадский RustStop. Состав мовиля состоит из церезина, окисленного петролатума, ингибиторов

коррозии, уайт-спирита в качестве растворителя и основа из искусственного воска. Мовиль МЛ-У, которую можно было применять снаружи для защиты ЛКП и хрома в зимнее время. Иногда в Мовиль добавляли масло.

Современные и популярные МЛ-составы. Антикор RustStop типа “б” более густой и Керри Мовиль. Оба держатся в вертикальном положении. Керри МЛ – самый жидкий, и при нанесении это является очень хорошим показателем для пропитывания всех стыков.

Все три состава были нанесены на пластины и оставлены на две недели. В результате можем наблюдать, что RustStop не высох, он легко стирается, Мовиль чуть-чуть погуще, а Керри МЛ практически весь высох и снять до металла не удалось. В результате можно сделать вывод, что самым стойким вариантом является Керри МЛ, хотя и был самым жидким в начале. Он идеален для скрытых полостей, порогов, лонжерона и усилителя пола. Он быстро пропитает стыки и дольше всего там продержится, а первые два хороши в использовании для дверей и полостей багажника.



Рис.6. Спустя 2 недели наблюдаем за результатом трех составов

В профессиональных составах меньше концентрации растворителя, так как нет необходимости делать материал более жидким. Красный RustStop является жидким антикором, который имеет очень высокие проникающие способности. Он идеально подходит для скрытых полостей верха кузова, особенно для завальцовок.

Обработка авто снаружи густыми версиями МЛ-составов. Такая обработка особенно актуальна для машин с уже начавшейся коррозией. Еще одно преимущество данного покрытия состоит в том, что оно может самозатягиваться при повреждениях мелкими камнями за счет подвижности масляной пленки. После нанесения на ржавые места масляного антикора с ингибиторами коррозии процесс был остановлен. Для городской эксплуатации это доступное и вполне оправданное решение. Но масляные антикоры не очень стойкие снаружи, поэтому их нужно обновлять.

Если хотим получить защиту надолго, имеет смысл отдать предпочтение более износостойким материалам, например, на битумной основе. Если коррозия присутствует, то технология следующая: сначала убираются отслаивающиеся покрытие (подслойная коррозия). Затем напыляется МЛ-состав и пропитывает оставшуюся ржавчину до металла. Это называется грунтование масляным составом. Суть в том, чтобы доставить туда ингибиторы коррозии и остановить процесс. Антикор должен некоторое время поработать, после чего излишки убираются ветошью. Далее наносим более вязкий материал.

Еще один из способов. Это очистка поврежденного места до металла, не разбирая автомобиль, с помощью лазерной очистки. Многим известна процедура под названием пескоструй, где песчинки под большой скоростью атакуют ржавые места и отбивают остатки краски и грязь до металла. Альтернатива этому – лазерная очистка. Лазерный пескоструй, работающий под действием лазерного луча. Лазер может снимать ржавчину, краску и вычи-

щать ржавчину, легко работает на круглых и других сложных поверхностях. Все зависит от настроек и мощностей от прибора. Электрическую проводку с первого прохода луч не повреждает. Это значит, что от случайного попадания ничего не произойдет, но если держать целенаправленно, то через какое-то время она сгорит. Работа производится в защитных очках. Питание берется от розетки 220 вольт. Аппарат потребляет около 400 ватт. При работе с круглыми поверхностями нужно перемещать прибор ближе-дальше, чтобы участок находился в фокусе. Уникальность лазера еще в том, что им можно очищать и вин-номера, которые нельзя тереть никаким абразивом. Далее обработанную поверхность закрываем битумным материалом. Остальные части кузова обрабатываются легким масляным составом, чтобы коррозия не развивалась дальше, и при этом в дальнейшем можно легко разобрать все узлы.

Что можно сделать в домашних условиях уже с начавшейся коррозией? Возьмем сначала ортофосфорную кислоту 30% раствор или преобразователь ржавчины на основе кислоты, но его требуется смыть водой (с добавлением соды). Допустим, коррозия поверхностна, и смыть ее не составит труда. Если коррозия глубокая или деталь сложной конфигурации, нет уже полной уверенности, что вся кислота будет смыта. В таких случаях можно использовать раствор, который не требует смывания, к примеру, miparoxRostschutz-emulsion - защитная эмульсия против ржавчины. Miparox защищает поверхность от ржавчины, образуя металлоорганический защитный слой, и предотвращает также коррозию цинка. Основан на водной основе и не содержит вредных веществ. Похожий состав – WURTH saBesto RUST CONVERTER, есть отечественный аналог. Стабилизировать очаги коррозии с помощью раствора, содержащего танины, например, ИФХАН-58ПР либо аналогичный состав. Танин – это ингибитор коррозии природного происхождения. Состав не нужно смывать водой. Название от института физической химии и электрохимии ИФХЭ РАН. КФ-58ПР – нейтральный преобразователь ржавчины. Очищаем очаг коррозии и покрываем нейтральным преобразователем. Через какое-то время проявился фиолетовый оттенок. Дальше закрываем битумным составом.

В результате можно сказать, что МЛ-метод является самым эффективным, так как он сочетает в себе как жидкие составы, обладающие хорошей проникающей способностью, так и твердые, наносимые поверх жидкого и дающие прочный слой. В совокупности эта процедура увеличивает коррозионную стойкость авто на несколько лет. Также данную обработку можно провести самостоятельно.

Библиографический список

1. Спасаем кузов от коррозии! Подробно о технологии. Автор: Techno-Travel.
2. Антикоррозионная обработка автомобилей. LAMARK федеральная сеть антикор центров.
3. Малахов, А. И. Основы металловедения и теории коррозии.
4. Антикор электромобилей и гибридов. Автор: Techno-Travel.

УДК 620.193

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А.

ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ КОРРОЗИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коррозия – это разрушение металла под действием окружающей среды. По механизму протекания различают два типа коррозии: химическую и электрохимическую. Химическая коррозия встречает металл при его появлении на свет, ее продукт – окалина.

По характеру агрессивной среды различают атмосферную коррозию, подземную и подводную.

Виды коррозионных разрушений: Равномерная, неравномерная, коррозия пятнами, язвами, подповерхностная коррозия, точечная или питтинговая.

Межкристаллитная коррозия – самый опасный вид, ее позволяет увидеть электронный микроскоп.

Химическая коррозия – это процесс разрушения металлов под действием внешней среды, несопровождаемая образованием электрического тока, ее разновидность газовая коррозия, которая представляет собой процесс взаимодействие газов при высокой температуре с металлом. При таком взаимодействии образуется оксидная пленка на железе, она рыхлая, легко отскакивает и не защищает от разрушения. Основы газовой коррозии – это диффузия ионов атомов металла и агрессивной среды.

Электрохимическая коррозия, в отличие от химической, протекает при контакте металла с раствором электролита. Наглядно это можно проследить на опыте с гальваническим элементом. Электрическая энергия возникает за счет окислительно-восстановительных электродных реакций. Для того чтобы такие процессы протекали, необходимо замкнуть электрическую цепь, гальванометр фиксирует появление тока в цепи. Сейчас в гальваническом элементе одновременно протекают два электродных процесса: анодный и катодный. Анодом является металл с меньшей величиной электродного потенциала, к примеру: цинк. На катоде восстанавливаются катионы меди из раствора. Стандартный электронный потенциал меди больше, чем у цинка. Во время протекания самого процесса на цинковом аноде видны следы коррозионного разрушения. А на медном катоде видны следы осажденной меди из раствора медного купороса.

В концентрированной азотной кислоте медь растворяется, при этом выделяются бурые пары диоксида азота, а в разбавленной она образует оксид азота. Сталь в разбавленной азотной кислоте растворяется, в концентрированной нет. Образовавшаяся оксидная пленка предохраняет металл от разрушения, шарики иона атома металла не торопятся покинуть решетку, в результате произошла пассивация. В лабораторных условиях с помощью потенциостата можно наблюдать этот процесс. В результате мы вычерчиваем график, из которого наблюдаем, что величина коррозионного тока резко уменьшилась из-за образования пассивной пленки. Выделяется участок, где произошло резкое падение коррозионного тока – пассивность. Это явление широко используется в современной технике: к примеру, при воронении оксидные пленки получает в расплаве едкого нитрита натрия.

Одна из уязвимостей кузова автомобиля происходит при изготовке. Когда в кузовном цеху оцинкованный лист проходит через пресс и принимает нужную форму, его сваривают. Стоит отметить, что температура в точке сварки составляет несколько тысяч градусов, но уже при 800 градусах защитное цинковое покрытие начинает обгорать. В этих местах оцинковки больше нет, остаются сотни точек перегретого металла. После это следует процедура грунтования и окраски, в результате данного процесса невозможно полностью изолировать от влаги и кислорода сварные точки, которые остались в различных примыканиях и завальцовках. В дальнейшем туда может проникнуть вода и запустить коррозионный процесс. Некоторые автопроизводители внедряют дополнительные процессы защиты скрытых полостей, но это дорогая процедура и практикуется не всегда.

Коррозионная стойкость авто связана с его конструкционными особенностями: плохая вентиляция скрытых полостей; обилие различных сварных швов, которые не так тщательно защищены на заводе. Качество металла (стального проката) в последние годы, а даже десятилетия на некоторые заводы поставляются не того химического состава, который требуется, а это способствует возникновению коррозии.

Нарушение технологии. К примеру, инженер усовершенствовал, повысил производительность листоштамповочных прессов или работник выполнил работу слишком быстро и т.д. Процесс листовой штамповки – это процесс сложный и тонкий, там нельзя штамповать быстрее чем этого требует металл, т.е его структура. Иначе получается, что металл может порваться, появляются утончение стенок, куда закладываются нежелательные остаточные напряжения. Остаточные напряжения и тонкая стенка – это причина коррозии.

Внешние повреждения. Как правило, это то, что летит с дороги: мелкий песок, гравий, частицы асфальта, камни и т.д. Существующее покрытие в уязвимых зонах не выдерживает таких повреждений, что приводит к усталости металла и ведет к ослаблению силовой структуры. Также при переездах на различных неровностях кузов деформируется. Подвеска сглаживает удары и раскачку, но эффект от постоянных изгибающих нагрузок и вибраций накапливается. Естественно, чем хуже дорога, тем раньше теряется прочность сварных швов и снижается жесткость кузова. Вследствие этого появляются микротрещины на защитном покрытии, лаке, краске, а далее и кислород вместе с влагой проникает к металлу. Влажный климат, неровные гравийные дороги, реагенты, перегруз, ремонт ускоряют разрушения кузова с появлением на нем сколов и царапин.

В процессе термической обработки, к примеру, черняга (сплав железа и углерода) всегда начинает очень сильно коррозировать, стали, которые достаются из термической печи, всегда покрыты окалиной и слоем ржавчины. На скорость протекания коррозии влияет также способ эксплуатации. Допустим, у нас есть железный столб, который вкопан в землю. Он коррозирует с одной скоростью, но если мы начнем механически воздействовать на него, то ускорим процесс. Это связано с деформацией металла, так как в его кристаллической решетке происходит движении дефектов, а из-за этого возникают различные избыточные энергии. Также не стоит домкратить автомобиль в порог, если это не разрешено изготовителем. Так как при поднимании у нас деформируется ЛКП, и в этом месте в скором времени может образоваться поверхностная ржавчина. Это происходит из-за деформации металла, краски, грунта. Домкрат надо ставить в штатные места. Если и проводить данную работу, то так, чтобы лишний раз не ободрать порог.

Восстановление деталей после аварии происходит, как правило, с использованием шлифмашинки, сварки. Это приводит к локальному перегреву деталей и в свою очередь изменению структуры стали, из-за этого коррозионная стойкость уменьшается.

Ржавчина под краской. Часто происходит из-за несоблюдения технологии покраски. Иначе получается, что под краской начинает образовываться слой ржавчины, появляются отслоения, микротрещины на поверхности ЛКП, влажность из окружающей среды проникает в эти трещины. Если в ЛКП появилась малейшая брешь, то внешние условия, т.е. кислород и другие любые действующие агрессивные факторы начинают активно пролезать в эти дырки, после чего они поступают к металлу. Эти микротрещины поначалу не видны и получается, что позже появляются ржавые жучки на кузове, потом происходит вздутие краски, она начинает отслаиваться, коррозия начинает идти полным ходом.

Суть заключается в том, что при нанесении покрытия на железную деталь, когда уже все зашлифовано, мы не замечаем некоторые факторы, влияющие на процесс, к примеру, когда наносим состав в помещении, где высокая влажность, ЛКП нормально не ляжет на металл. Также, когда мы шлифуем шкуркой деталь, чтобы нанести новое покрытие, на этой детали появляются микротрещинки и царапинки. Эти деформации покрываются краской, но сами царапинки на металле являются местом, где энергия поверхности отличается. Это означает, что на этих поверхностях будут происходить более активные химические реакции. Получается, что и коррозия будет распространяться более активно. Таким образом, просто неправильно отшлифовав деталь и нанеся на нее покрытие, мы уже сокращаем срок жизни этой

детали. Также причина может лежать в том, что идет закрашивание уже имеющейся ржавчины краской или эмалью.

Существуют специальные краски по работе прямо по ржавчине. Они слегка отличаются тем, что химические компоненты, входящие в состав, позволяют преобразовать ржавчину в некоторый слой, пригодный для нанесения покрытия. Верхний рыхлый слой ржавчины, который содержит влагу и кислород, просто закрашен такой краской, то эффективность будет не самой хорошей. В любом случае такие слои нужно счищать металлической щеткой, а только потом наносить краску по ржавчине. Идея в том, что краска должна быть не только непроницаемой от внешней среды. Мы накрыли уже химическую реакцию, которая протекает на металле слоем краски и предполагаем, что законсервировали ее в какой-то степени, в каком-то смысле мы действительно замедлили процесс. Но тех компонентов, которые уже законсервировали под слоем краски, достаточно, чтобы коррозия протекала дальше. Далее жучки продолжат расти и отслаиваться. Когда мы работаем с кузовом авто, он должен быть выполнен из подходящего металлического проката, не содержать излишних внутренних напряжений, поверхностной энергии на границах в огромном количестве, потому что это будет магнитом для химической реакции. Не должно быть дефектов, должна быть нанесена качественная грунтовка, все должно быть просушено.

Подводя итог, можно сказать, что не только внешние факторы влияют на коррозию автомобиля, но и такие, как нарушение технологии производства, покраски и условий эксплуатации. Машины после аварии также теряют коррозионную стойкость.

Библиографический список

1. Семенова, И.В. Коррозия и защита от коррозии / Семенова И.В., Флорианович Г.М., Хорошилов А.В.. М.:Физматлит, 2002.
2. СТО «Газпром» 9.0-001-2009. “Защита от коррозии. Основные положения”.
3. Коррозия и защита металлов. Издание Омск. – ОмГУ 2004.

УДК 620.193

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А.

СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ КУЗОВА НА ПРОИЗВОДСТВЕ ОТ КОРРОЗИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оцинковка – это покрытие стали тонким слоем цинка. Цинкование относится к анодным покрытиям металла, когда на обрабатываемую поверхность наносится материал, имеющий меньший электродный потенциал.

Этот способ промышленной обработки металлических поверхностей является очень распространенным методом защиты металла от негативного воздействия окружающей среды. Технология цинкования металла зависит от параметров обрабатываемого изделия и предлагаемых условий эксплуатации.

Появление скола и как долго он будет без ржавчины, зависит от многих факторов, а не только от качества и толщины цинкового слоя. Например, от влажности и температуры. В среднем скорость разрушения активного цинкового слоя составляет от 1 до 6 мкм в год, а толщина цинкового покрытия на разных машинах колеблется от 2 до 15 мкм. Быстрее коррозия происходит там, где влажно. Или, например, под налипшей грязью.

Нужно понимать, что оцинковка не гарантирует того, что кузов не будет ржаветь. Этот способ только отсрочит момент появления ржавчины на стали. Когда кузов остается без краски и лака (например, в месте скола), коррозия начинает разрушать цинк, а не сталь. После чего начинается разрушение стали и появляется ржавчина.

Теперь о типах антикоррозийной обработки. Самая лучшая оцинковка – это горячая оцинковка. При таком способе кузов опускают в ванную с горячим (от 500 до 4000 градусов по Цельсию) цинком. Слой цинка обычно получается около 10-15 мкм. Даже после повреждения кузова, в место, где образовался скол, коррозия не сможет так быстро добраться. Со временем это место затянется тонким слоем цинковых отложений (процесс самовосстановления). Так оцинковывают в основном дорогие машины и то не все, потому что это достаточно сложный и дорогой процесс. Гарантия на кузова, оцинкованные таким способом, составляет обычно от 15 лет. А раз только гарантия такая, кузов можно считать почти вечным. Примеры машин с горячей оцинковкой: большинство современных моделей Porsche, Audi, Ford, Volvo.

Технология горячего цинкования отличается от других способов обработки металла несомненными достоинствами: данная технология позволяет обрабатывать детали из металла очень сложной геометрической формы. Так, широкое распространение получила оцинковка труб; если произошло механическое повреждение цинкового покрытия, то запускаются процессы самовосстановления. В некоторых случаях постороннее вмешательство даже не потребуется; технология цинкования металла горячим способом приводит к созданию покрытия, особо устойчивого к воздействию жидкой среды. Если сравнивать этот метод с другими методами оцинковки, то устойчивость покрытия будет выше в 6 раз. Такие свойства позволяют использовать технологию с целью обработки труб и разного рода емкостей; с помощью этой технологии можно избавиться от различных дефектов обрабатываемой поверхности (поры, раковины и пр.); горячее цинкование позволяет получить детали с надежным покрытием, эксплуатация которых экономически гораздо выгоднее. Такие изделия не надо будет регулярно красить или еще как-то защищать от вредного воздействия окружающей среды. Соответственно, это оптимальная технология для обработки элементов, которые в дальнейшем будут расположены в труднодоступных местах (под землей, в стенах и т. п.).

У этой технологии есть и свои недостатки. Самым весомым из них является то, что можно обработать заготовку только определенного размера, поскольку все зависит от габаритов емкости, куда погружается деталь. В условиях производства есть возможность решать данную проблему за счет использования агрегатов непрерывного горячего цинкования (АНГЦ).

Одним из популярных видов цинкования является гальваническое цинкование. Согласно технологии, электрохимический процесс протекает в специальном барабане. В результате получают белое, голубое, радужное или матово белое покрытие толщиной 10-20 мкм. Из-за столь малой величины покрытие используется в основном с декоративной целью. Большинство оцинкованных машин оцинкованы именно таким способом.

Гарантия от коррозии на такой кузов обычно в районе 10-12 лет. Таким способом оцинковки пользуются почти все производители не бюджетных машин: Opel, Toyota, Mazda, Volkswagen, Mitsubishi, Chevrolet, Nissan

Кузов купают в ванне с цинкосодержащим электролитом, где под воздействием электрического тока, цинк осаждается на поверхности металла. С помощью такого способа можно добиться равномерности покрытия. Толщина такого покрытия колеблется в пределах от 5 до 20 мкм. Производители дает гарантию на такое покрытие, сроком от 10 лет.

Достоинствами гальванизации металла можно считать равномерность покрытия, его хорошие декоративные свойства, точность размеров и высокая производительность метода. Среди недостатков выделяются слабые защитные свойства и, соответственно, низкая устойчивость к коррозии, а также высокая вероятность повышения водородной хрупкости металла, обусловленная анодированием. Основной сферой применения данного метода является обработка крепежных деталей, стальной сетки и гвоздей с целью защиты от коррозии. Выбор

технологии гальванизации объясняется низкой себестоимостью процесса, высокой производительностью агрегатов, выполняющих обработку, и достаточным уровнем защиты крепежа. Технология электролитического цинкования основывается на электролизе.

Холодная оцинковка. Этот способ не так давно получил широкое распространение среди недорогих марок. Холодное цинкование происходит путем окраски грунтами с высоким содержанием цинкового порошка (в готовом покрытии этот показатель достигается 89-93%). Технология заключается в подмешивании в грунт высокодисперсного цинкового порошка. Оцинкованным кузов в данном случае можно считать лишь формально, потому что цинк, по сути, не на кузове, а в грунте. Нет грунта (если царапина до металла) – нет защиты. Антикоррозийная защита такой «оцинковки» очень небольшая. Большой гарантии на кузов производитель в данном случае не дает, ограничивается обычно общей гарантией ЛКП. Таким способом оцинковываются по большей части бюджетные автомобили: RenaultLogan, Lifan, Chery, GreatWall, Hyundai, RenaultLogan, УАЗ, ВАЗ.

Метод холодного нанесения цинкового покрытия иногда оказывается более предпочтительным. Основными достоинствами способа холодной защиты металлов можно считать следующие факторы: высокий уровень адгезии покрытия, что позволяет добиваться хорошего сцепления различных лакокрасочных средств с оцинкованной поверхностью; нет жестких требований по геометрической форме изделия, подвергаемого обработке; не требуется серьезных финансовых затрат на проведение предварительной обработки изделия перед оцинковкой; изделия с цинковым покрытием, нанесенным холодным способом, хорошо поддаются сварочным работам; выполнить оцинковку холодным способом можно даже в бытовых условиях, воспользовавшись малярным валиком, кисточкой или распылительным устройством; данный вид работ можно выполнять непосредственно на месте, что позволяет исключить работы по демонтажу конструкций, ее транспортировке на производство и обратно.

Помимо этого, наносить защитный оцинковочный состав холодным способом можно при температуре от -20 до +40 °С. Конечно, есть и недостатки использования данного метода обработки металлов, основным из которых является слабая стойкость к механическим повреждениям поверхности изделия. В некоторых случаях подобным минусом можно пренебречь, поскольку всегда есть возможность заново нанести цинковое покрытие на это же изделие. Указанная холодная технология цинкования металла выполняется посредством разных антикоррозийных составов. ГОСТ 9.305–84 описывает их структуру и свойства. В нем приводятся характеристики всех существующих неорганических (неметаллических и металлических) покрытий, наносимых посредством химической и электрохимической обработки металла. Согласно стандарту, холодные составы для цинкования применяются на любых металлах, за исключением сплавов магния и сталей повышенной прочности.

Цинкрометалл. Данный вид оцинковки встречается редко и только среди небольшого числа недорогих моделей. Суть метода заключается в том, что цинковым грунтом покрывается сталь на стадии проката. Защитные свойства такого способа оцинковки нельзя назвать выдающимися. Особенно плохая защита будет в местах, где влажно и после аварий и повреждений. Таким способом оцинкованы в основном машины марки Kia, Renault.

Важно и то, какая обработка была у кузова: полная, частичная или только узловых соединений. Естественно, что лучше всего, когда оцинкован весь кузов целиком. Но для производителя бюджетных автомобилей и моделей это дорого, поэтому их часто цинкуют частично. Например, только крылья, пороги. Совсем уж экономичные автопроизводители цинкуют только узловые соединения (сварочные швы и крепления, например).

Электрофорез – это процесс переноса вещества электричеством. Твёрдые мельчайшие частицы ЛКМ притягивает намагниченная поверхность. Краска или грунт наносится исключительно равномерно и покрывает мельчайшие детали рельефа. При этом частицы взаимодействуют друг с другом, образуя непроницаемую и сверхплотную плёнку. Различают два типа обработки – анафорез и катафорез.

Катодное (катафорез) – когда обрабатываемая поверхность имеет отрицательный электрический заряд, а аноды в кислотной среде ЛКМ имеют положительный заряд.

Анодное (анафорез) – когда обрабатываемая поверхность имеет положительный электрический заряд, а катоды в щелочной среде ЛКМ имеют отрицательный заряд.

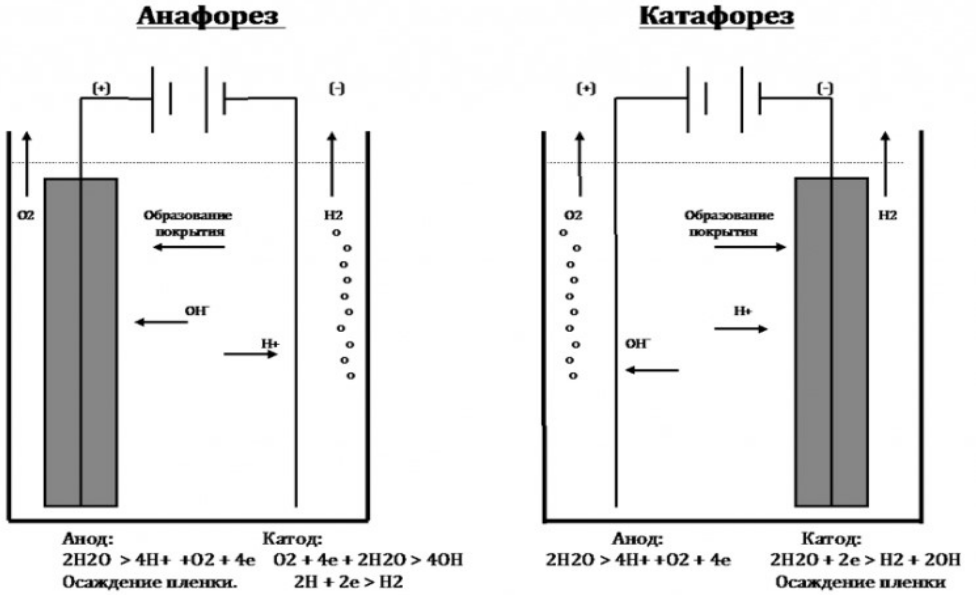


Рис.1. Принцип действия анафореза и катафореза

Катафорез – это катодный электрофорез. Частицы краски или грунта заряжаются положительно, а деталь для окраски – кузов, отрицательно, то есть на неё должен подаваться ток. Автомобильный каркас играет роль катода и притягивает к себе положительно заряженные частицы. Толщина защитного слоя – 25-30 мкм. Этого достаточно, чтобы не только защитить от ржавчины, но и обеспечить нечувствительность к мелким повреждениям. Добиться более толстого слоя за счёт длительного пребывания в катафорезной ванне нельзя: покрытие обладает собственными изолирующими свойствами. Катафорезный грунт включает в себя полимерный состав, служащий пленкообразователем – эпоксидный, акриловый или другой, пигмент (от черного до белого), функциональные добавки, повышающие качество нанесения покрытия.

Отличия катафореза и анафореза. Катафорез и анафорез являются разновидностями электрофореза. Данные методы позволяют создать на деталях защитный слой малой толщины. Однако, в отличие от катафореза, в процессе анафорезного окрашивания деталь заряжена положительно – является анодом для частиц грунта. В качестве пигмента в анафорезном грунте используется оксид железа, диоксид титана. Для повышения коррозионной стойкости добавляют свинец, из-за чего экологичность процесса значительно ниже, чем при нанесении катафорезных бессвинцовых грунтовок. Анафорез практически полностью вытеснен катафорезом, потому что последний метод обладает значительно более высокой степенью защиты от коррозии при малой толщине, а также хорошей стойкостью к химически агрессивным средам и механическим повреждениям.

Из всего сказанного можно сделать вывод. Ржавеют даже машины с оцинковкой, только с разной скоростью в зависимости от погодных условий, заботливости владельца, температуры, внешних воздействий типа реагентов и грязи и так далее. Существует немало защитных покрытий, наносимых на производстве, каждый обладает своими преимуществами и недостатками. Поэтому для производителя так важно выбрать подходящий, чтобы стать конкурентоспособным на рынке, ведь кузов является самым дорогим элементом в автомобиле. Также не стоит верить заявлениям маркетологов о том, что кузов оцинкован. Оцинкован он может быть чисто формально, и надо смотреть на факты – на способ оцинковки и на гарантию производителя на кузов. Чем больше гарантия, тем лучше оцинкован кузов.

Библиографический список

1. ГОСТ 9.305–84 “Единая система защиты от коррозии и старения. Покрытия металлические и неметаллические неорганические”.
2. Редакция сайта VT-Metall “Технология цинкования металла: обзор современных методов”
3. Ефремов, А. Катафорез и катафорезное грунтование автомобиля. Опубликовано: 04.04.2022

УДК 628.147

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А.

СПОСОБЫ ОЧИСТКИ МЕТАЛЛА ОТ РЖАВЧИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из главных проблем металла – это его способность окисляться под воздействием окружающей среды. Из-за этого возникает процесс коррозии и в результате чего появляется ржавчина. Существует большое количество способов очистки металлов от нее. В статье будут рассмотрены одни из самых современных методов.

Особенности пескоструйной обработки металла при коррозии. Посредством искусственно созданного давления выполняется подача воздуха с добавлением песка. Основная обработка выполняется за счет выделяемой энергии, которая получается за счёт ускорения движущихся под напором частиц абразива. Данная технология обычно используется тогда, когда нужно добраться до тех мест, в которые трудно или невозможно попасть вручную. Так, в случае появления ржавчины эта технология может использоваться, чтобы удалить ее из щелей, неплотных стыков и т.д.

Преимуществом этого способа обработки автомобилей является возможность применения его к различным металлам. Возможность корректировки давления и изменения диаметра абразивных частиц, расширяет сферы применения. Пескоструить можно как тонкослойный металл, так и массивные литые детали. Тем не менее, наряду с преимуществами этого способа, у него есть и недостатки. Как минимум, сохранить поверхность в первоначальном виде при такой обработке невозможно. Абразивные вещества при очистке металла истончают покрытие. Также оборудование не может быть заведено в скрытую полость таким образом, чтобы обеспечить качественную очистку, например рамы, с ее дальнейшим покрытием грунтовкой внутри. Так как в раме останутся остатки абразива, а без грунтования, на месте «чистого металла», практически сразу появляется ржавый налет от влажного воздуха.

Вред и польза использования пескоструйного аппарата для обработки машины зависит от интенсивности. Существует несколько видов очистки. Лёгкая; помощью данного способа можно удалить слой старой краски и следы коррозии. По эффективности она сравнима с механической чисткой металлической щеткой. Средняя; предназначена для удаления ржавчины. Глубокая; в данном случае полностью убираются имеющиеся дефекты.

Несмотря на то, что этот способ помогает очистить кузов машины от коррозии, лакокрасочного покрытия и т.д., он и разрушает металл. Перед тем, как использовать данный метод перед антикоррозийной обработкой, важно оценить его целесообразность.

Высокий уровень очистки обеспечивает AquaBlasting или аквабластинг. Западная технология, которая стала отраслевым стандартом в сфере восстановления деталей, их обслуживания. Аквабластинг – это способ очистки элементов механизма при помощи микрочастиц, аналогичный пескоструйному, но имеет особенности. Технология относится к категории гидроабразивной чистки, что означает применение средств двух типов: жидкой среды и микрочастиц. Это обеспечивает нужный результат – удаляются сложные загрязнения разных типов: нагар или ржавчина, краска и др.

Технология обработки поверхностей основана на подаче суспензии с абразивом к участку с загрязнениями. Не нужно производить обезжиривание, обеспыливание. Струя жидкости с частицами в составе справляется с этой задачей. Процесс завершается мойкой детали в чистой воде. Но иногда повышается шероховатость изделия. Степень повреждения зависит от материала. Чем он прочнее, тем более гладкой останется деталь. Также технология гидроабразивной очистки позволяет устранить крупные дефекты – следы шероховатости, появившиеся после интенсивного износа.

Благодаря аквабластингу очищенные элементы механизма отличаются устойчивостью к развитию коррозии, т. к. при обработке используются ингибирующие присадки, препятствующие разрушительным процессам.



Рис.1. Принцип работы аквабластинга

Преимущества аквабластинга: заметное повышение эффективности очистки, что достигается добавлением химических веществ; простота реализации метода; возможность улучшить качество очистки, чему способствует регулировка параметров установки или свойств веществ; повышение адгезии поверхностей после обработки абразивом; защита от ржавчины, что увеличивает срок службы; восстановление детали – улучшается её внешний вид, а не только удаляются загрязнения; обслуживание разных элементов механизма: из алюминия, стали, стекла, пластика; отсутствие токсичных компонентов; безопасность, экологичность технологии; высокая скорость восстановления деталей, даже если они в очень плохом состоянии; отсутствие эффекта пыления во время работы с оборудованием.



Рис.2. Результат до и после обработки аквабластингом

Любая технология имеет преимущества и недостатки применения. Разница между ними сводится к уровню результативности и появлению во время обработки побочных эффектов. При выборе установки для очистки часто рассматривается гидроабразивная мойка. У неё есть несколько недостатков: очищаются использованные детали, а не новые; необходимо очищать изделия с прямыми плоскостями, т. к. в узких каналах загрязнения останутся; на поверхности остаются микроповреждения от ударов абразивных частиц, они незаметные, придают матовый эффект, но эта технология не подойдёт, если нужно добиться блеска, сделать поверхность глянцевой; при очистке участвует человек, нужно направлять струю с веществом во время обработки, настраивать оборудование.

Электролитическая очистка. При этом методе поверхность металла погружается в электролитическую ванну, затем подаётся электрический ток. Так можно не только очистить детали от ржавчины, но и избавиться от нагара, окалин и оксидных плёнок, что недоступно при использовании других методов. Электролиты позволяют удалить слой окиси с поверхности металла без механического воздействия. Метод считается более надёжным и безопасным по сравнению с традиционными, но требует использования специального оборудования.

Ультразвуковая ванна Vevor, удаляющая ржавчину, накипь. Практически все типы загрязнений имеют большое количество компонентов, состоящих из растворимых и нерастворимых соединений. Принцип работы ультразвука заключается в том, что он эмульгирует все эти компоненты загрязнений, т.е. транспортирует их в чистящий раствор, тем самым удаляя грязный налёт с поверхности очищаемых предметов. Для того, чтобы эффективно отмывать загрязнения, необходимо чтобы моющая жидкость могла их растворять в принципе без всякого ультразвука, так как это всего лишь метод ускорения очистки. Если изделие можно очистить вручную щеткой вкупе с чистящими средствами, то ультразвук просто ускорит эту процедуру, однако ускорит на порядок.

Моющие растворы делятся на три большие группы: щелочные, кислотные, а также спиртовые. Щелочные растворы наибольшим образом подходят для удаления жировых загрязнений. Кислотные растворы годятся для удаления ржавчины, следов окисления и накипи. Растворы со спиртовой основой пригодятся для удаления жировых загрязнений, нагара, масляных следов, а также ржавчины. Такие растворы можно изготовить самому из различных веществ, применяющихся в быту: соль, сода, уксус и пр.



Рис.3. Группы растворов по среде

Основой очистки при помощи ультразвуковой ванны является кавитация – это очень быстрое образование с последующим разрушением в жидкости миллионов мелких пузырьков или полостей. Процесс кавитации, объединенный с химическим воздействием активных веществ моющей жидкости, приводит к активному очищению поверхности детали от твердых отложений.

Ультразвуковую обработка противопоказана в случае, когда кавитационная стойкость обрабатываемого материала ниже, чем стойкость самого загрязнения на его поверхности. Как пример, при очистке оксидных плёнок с алюминиевых деталей можно получить разрушение самих деталей.

Проверим способность очистки УЗ ванны изделий от ржавчины. Возьмем сильно пораженные ржавчиной сверла, гвозди и пилки.



Рис.4. Изделия с ржавчиной до обработки

Поместим их в ванну с раствором лимонной кислоты и включим ультразвук. Буквально на глазах кавитация начинает творить чудеса. Ржавчина облаком отделяется от инструментов, постепенно загрязняя до этого прозрачный раствор, до полной потери видимости очищаемых предметов в корзине.

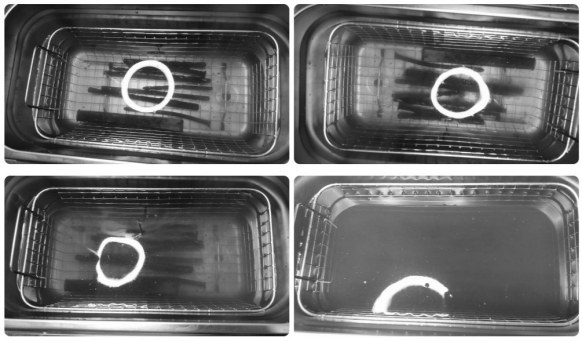


Рис.5. Процесс снятия ржавчины с поверхности изделий

После 10-минутной обработки достаём корзину с деталями. Кое-где еще осталась ржавчина, поэтому даём ультразвуку поработать еще немного.

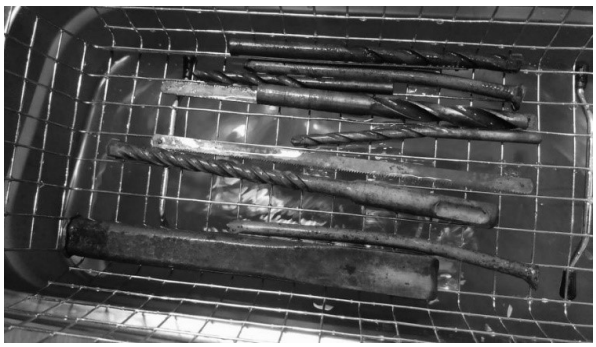


Рис.6. Изделия после обработки УЗ-ванной

В итоге получилось, что большая часть окислов исчезла, но крошечные рыжики кое-где остались. Если взять обработанное изделие в руки, то на коже остается черный след. Данная УЗ-ванна VEVOR TH-30A подойдет для любых бытовых задач, таких как: очистка ювелирных изделий, монет, печатных плат; также пригодится она и в мастерской для очистки инструментов или деталей машин и механизмов. Мощности и размера такой УЗ ванны для подобных задач будет достаточно.

Удаление ржавчины дробеструйной обработкой. Обработка различных металлов и других материалов дробью включает в себя воздействие на конкретную поверхность или ее участок струей абразива, который подается с помощью воздуха на огромной скорости. Для того, чтобы производить такой вид обработки быстро и безопасно, используют специальные

дробеструйные аппараты. Благодаря мощности этих аппаратов, с поверхности можно удалять не только ржавчину, но также и окалину, разнообразные, старые покрытия, загрязнения, устранять неровности на поверхности. Именно поэтому данный вид обработки активно используется для подготовки поверхности как крупных, так и мелких металлоизделий к покраске – шероховатость обеспечивает отличное сцепление с материалами, наносимыми впоследствии. В результате грунтовка и краска долго держатся – это позволяет добиться хорошего срока службы покрытия и экономить на мелком косметическом его ремонте.

Дробеструйный способ обработки чаще всего применяется для избавления от ржавчины металла. Дробеструйная очистка может быть двух видов: закрытая (обработка происходит в замкнутом, закрытом пространстве), включающая в себя систему сбора абразива, вентиляцию помещения, освещение, в качестве абразива в ней в основном используют стальную дробь; открытая (обработка поверхностей, имеющих большую площадь, производится снаружи), в качестве в ней в основном используют песок, корунд.

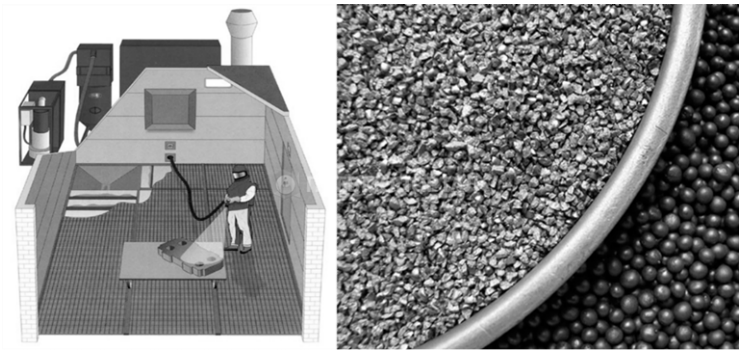


Рис.7. Дробеструйная обработка

От обычной абразивной очистки такой метод отличается большими возможностями автоматизации процесса. Так, на предприятиях устанавливают не только отдельные камеры для обработки, но и целые линии. Кроме того, за счёт этого дробеструй характеризуют как один из самых быстрых методов удаления коррозии. Что ещё больше привлекает металлообработчиков при использовании данного метода, так это экономия. Дробь – это ресурс, который можно применить повторно. Есть у такого способа и сдерживающие от его повсеместного применения факторы.

Ещё одним инновационным способом очистки металла является лазерная обработка. Этот метод заключается в том, что на поражённую ржавчиной поверхность металла направляется лазерный луч, который прогревает и удаляет слой окиси без повреждения самого материала. Такая обработка, по мнению практиков, обладает высокой точностью и позволяет очищать металлоконструкции даже в труднодоступных местах. Это возможно благодаря тому, что, как правило, аппараты с источником имеют ручное управление. Другими словами, оператор сам управляет лучом. Плюсом является и скорость очистки, и то, что в процессе вокруг изделия не образуется пыли и других отходов.

Невзирая на эти преимущества, экспертное мнение гласит: лазеры особенно хороши лишь в тех случаях, когда сталь поражена коррозией поверхностно. Если ржавчина глубокая и рыхлая, технология не очистит её как следует, поэтому специалисты рекомендуют использовать её преимущественно для снятия окиси с нового, только что поступившего с завода металла или его очистки от масла. Так или иначе, а именно лазерные технологии очистки усиленно развиваются в последнее время по сравнению с другими. На рынке регулярно появляются новые предложения. Например, в конце прошлого года отечественный производитель выпустил не только улучшенное, но и на 90% локализованное устройство. Плюсы данного устройства заключаются в отсутствие вредных выделений и шума, безопасности для человека, высочайшее качество, точность, а также высокая скорость очистки поверхности. К сожалению, цена на данный аппарат очень высокая.

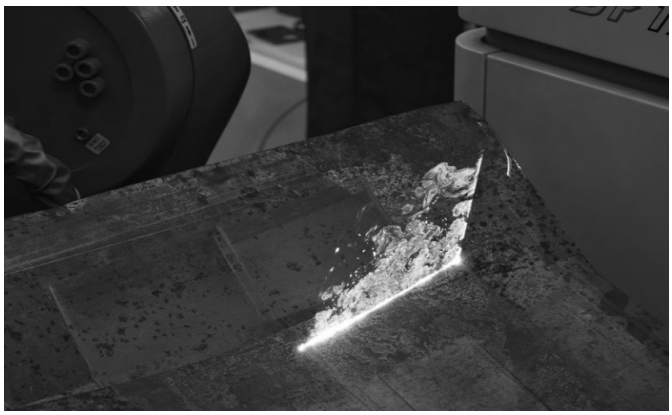


Рис.8. Процесс работы лазера

Таким образом, современные способы очистки металла от ржавчины имеют свои плюсы и минусы. Экологическая безопасность является одним из главных достоинств инновационных способов очистки. Они не используют вредных химических веществ, что позволяет снизить загрязнение окружающей среды. Применение таких методов способствует сохранению природы и здоровья людей. Ещё одно их полезное свойство – чистота очистки. Некоторые из новых технологий обеспечивают более глубокую и качественную обработку по сравнению с традиционными. Но, помимо преимуществ, у современных способов очистки есть и некоторые недостатки. Например, высокая стоимость оборудования и материалов может стать препятствием для ряда предприятий. Кроме того, некоторые из таких методов требуют специальных знаний и навыков, что ограничивает доступность подобных способов для широкой аудитории. Тем не менее, экономическая выгода при их использовании всё же проявляется, но не в дешевизне оборудования, а в сниженном объёме расходов на материалы и энергоресурсы. Выбор метода очистки должен основываться на учёте всех факторов и потребностей конкретной ситуации.

Библиографический список

1. Аквабластинг: что это и как работает мойка аквабластом. Ривасол, официальный сайт производителя.
2. Обзор ультразвуковой ванны Vevor. Пост опубликован в блогах iXBT 29 декабря 2022.
3. Удаление ржавчины дробеструйной обработкой. Центр защиты от коррозии “ЭГО”.
4. Удаление ржавчины с металла: актуальные способы. Журнал «Промышленные страницы». Опубликовано 6 февраля 2024.
5. Обработка днища от коррозии пескоструем. Mercasol Официальный представитель шведского концерна AUSON в России. Опубликовано 27.03.2023.

УДК628.147

ДУДЧЕНКО Д.Б., РУСЯЕВ В.О., БЕРДНИКОВ Л.А.

ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИЕ СПОСОБЫ ЗАЩИТЫ ОТ КОРРОЗИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электрохимическая коррозия – распространенный вид коррозионного процесса, возникающий при взаимодействии металлоконструкции с окружающей средой. Явление вызвано термодинамической неустойчивостью металлов в окружающих их средах и наличия в них блуждающих токов. Блуждающие токи, появляющиеся в грунте при его использовании как токопроводящей среды, несут с собой опасность для трубопроводов из металла. Под их воздействием трубы разъедает ржавчина, возникает течь – в результате металлические сооружения разрушаются и приходят в негодность.

Электрохимическая защита от коррозии, метод активной антикоррозионной защиты металлов, в котором электрооборудования, подлежащего защите, обеспечивается прямым электрическим током, который преобразует или оборудования в катод, или в анод. Если достигается необходимый потенциал защиты, ток коррозии становится меньше, чем при другом потенциале. В случае метода внешнего тока постоянный ток подается с помощью управляемого потенциалом выпрямителя. Главное при устройстве электрохимзащиты – обеспечить обязательный контакт защищаемого сооружения и внешнего анода с помощью металлического кабеля или контакта и электролита. Электрическая цепь, в которую входит защищаемый объект, анод и электролит, должна замкнуться, в противном случае защитного тока в системе не возникнет.

Протекторная защита заключается в подключении к защищаемому сооружению внешнего источника электронов. Исходя из ряда напряжений металлов видно, что ими являются алюминий, магний и цинк. Аноды, изготавливаемые из этих материалов, крепят на стальном корпусе судна таким образом, чтобы имел место электрический контакт. Иначе говоря, создается гальваническая пара, в которой внешний анод играет «жертвенную роль», подвергаясь разрушению вместо основного металла защищаемой конструкции. По мере разрушения аноды заменяют. В качестве протекторов используют цинковые аноды – цинковые пластины или цинковую проволоку. Нанесение специального антикоррозионного покрытия препятствует проникновению к металлу влаги и кислорода, что также ослабляет процесс корродирования. Очень активной коррозии подвергаются стальные корпуса морских судов. В силу неоднородной структуры стали и, приобретенных в процессе эксплуатации изъянов, на ее поверхности образуются макроскопические гальванические элементы. В морской воде их электроды обусловливают локальные токи, сопровождаемые электролизом.

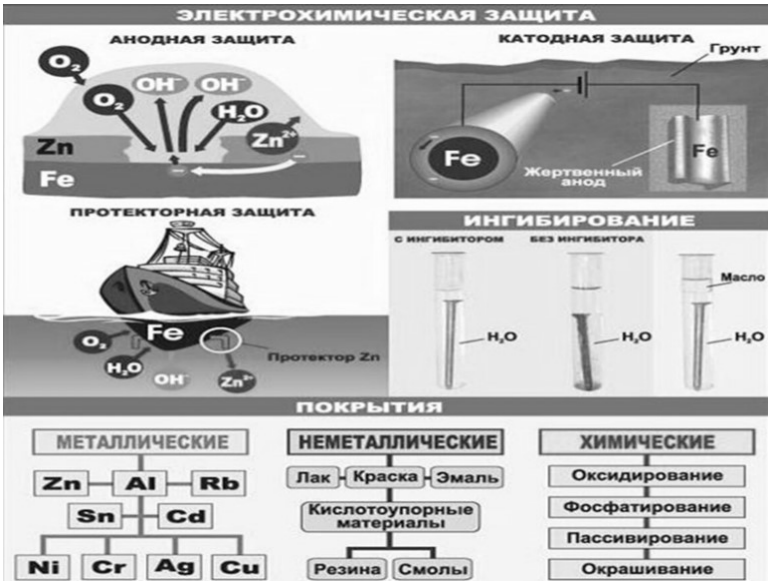


Рис.1. Электрохимическая защита

Недавние исследования показали, что цинк – наиболее распространенный анодный материал – ядовит в больших концентрациях, скапливающихся, например, на дне лодочных стоянок. Кроме того, цинк анодов содержит некоторое количество кадмия – тяжелого металла, токсичность которого даже в малых дозах хорошо известна (использование кадмия сейчас запрещено европейским законодательством). Цинковые аноды, в отличие от магниевых и алюминиевых, полностью пожаро- и взрывобезопасны. Поэтому для защиты топливных баков применяются только цинковые протекторные аноды. Это важно, поскольку аноды по сути расходный материал, частицы которого неминуемо осядут на дно, откуда и проникнут в живые организмы, и будут их отравлять.

Аноды нужны для предотвращения вредной электрохимической коррозии, возникающей при контакте разнородных металлов в среде электролита, т. е. морской воды. Большинство лодок имеет, по меньшей мере, два различных металла под днищем, например нержавеющую сталь в гребных валах и их кронштейнах и латунную забортную арматуру, а также латунные и бронзовые гребные винты. Подвесные моторы и откидные колонки также имеют в своем составе нержавеющую сталь и алюминий. Два любых металла, различных по своей электрохимической активности, при контакте образуют гальваническую пару, один из компонентов которой начинает разрушаться.

Альтернативы цинку. С недавнего времени производственники начали изготавливать аноды-протекторы из сплавов, компоненты которых обладают высокой электрохимической активностью, но при этом не ядовиты. Новые сплавы на основе алюминия намного более дружественны окружающей среде, чем обычные цинково-кадмиевые, применявшиеся ранее. Они не содержат токсичных металлов, даже их примесей. У алюминиевого анода при равной массе с цинковым конкурентом электроотрицательный потенциал выше вдвое. Тестирование выявило, что равный по весу цинковому протектор из алюминия работает в полтора раза дольше, и при этом не выделяет ядовитых веществ. Токсичность цинковых анодов – предмет внимания местного природоохранного законодательства, но им есть альтернативы, менее опасные для морских организмов. К примеру, в штате Мериленд цинковые протекторы уже запрещены, и законотворческие инициативы в других регионах постепенно движутся в этом же направлении.



Рис.2. Анодные-протекторы различных форм

Капитаны малых судов, периодически плавающих то в соленой, то в пресной воде, просто не смогут обойтись без алюминиевых протекторов, поскольку они эффективны в условиях смешанных слабосоленых вод (например, в устьях крупных рек, на Балтике). В пресной воде необходимо применять магниевые протекторы, другие металлы для анодов в этих условиях просто не работают.

Разработанные в последние годы, алюминиевые протекторы обретают все большую популярность и включены в списки поставляемых запчастей, одобренных к применению многими производителями судовой техники. Моторостроители в плановом порядке рекомендуют алюминиевые аноды для своих подвесников и откидных колонок, работающих в морской воде. Ничто не подвергается коррозии быстрее «ноги» подвесного мотора, лишенной протекторной защиты – при этом последствия коррозии для ее наиболее важных деталей неустранимы.

Защитные аноды необходимо регулярно осматривать – слишком быстрый и медленный их расход, свидетельствует о проблемах в протекторной защите. Медленное расходование анода может быть вызвано неправильной его установкой, в частности, отсутствием элек-

трического контакта с защищаемой поверхностью, либо тем, что тип анода выбран неправильно. В пресной воде работают только магниевые аноды, алюминиевые подходят и для пресной, и для соленой, и для солоноватых вод.

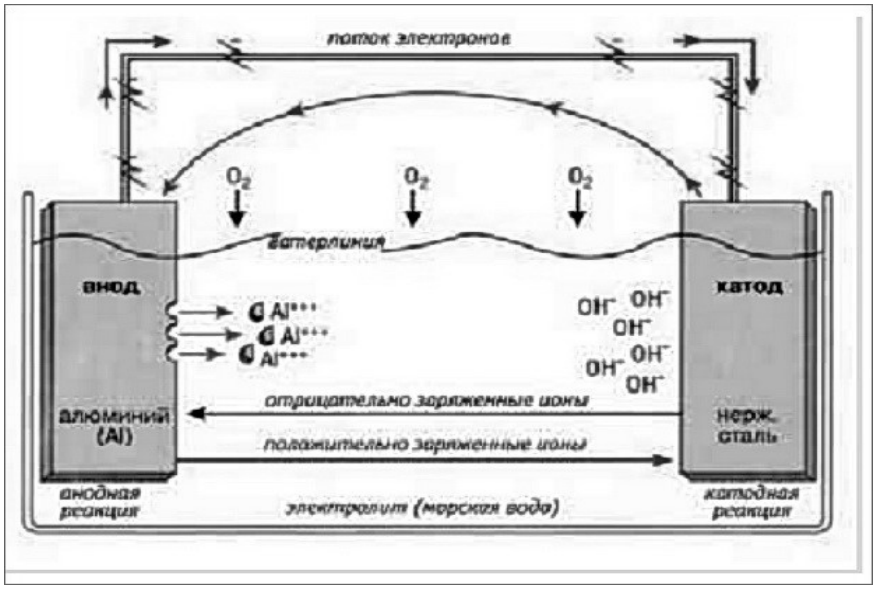


Рис.3. Процесс работы протекторной защиты

Ученые узнали на опыте, что разные металлы обладают различными электрическими характеристиками и порождают ток как при непосредственном контакте, так и внутри любой электропроводящей среды, при этом один из них интенсивно корродирует. Это открытие привело к изобретению гальванического элемента, в котором металлы с существенно разными свойствами создают ЭДС величиной до 1.5 В.

«Шкала благородства». В процессе взаимодействия один из металлов гальванической пары постепенно разрушается, тогда как другой, более благородный (термин, принятый для характеристики свойств металлов в ряду электрохимических потенциалов), остается невредимым. В судостроении любые пары из различных по свойствам металлов – источник проблем. Морская вода представляет собой прекрасный электролит, но даже пресная вода обычно содержит достаточное количество примесей, чтобы процесс разрушения необратимо пошел.



Рис.4. Ряд активности металлов

Ряд электрохимических потенциалов был выстроен по измерениям ЭДС, развиваемой различными парами. Магний, цинк и алюминий находятся на «активной» его стороне, тогда как нержавеющая сталь, титан и графит – на менее активной, «благородной» стороне. Электрический потенциал наиболее высок между веществами, находящимися на противоположных концах ряда, но в любом случае ЭДС возникает между любыми двумя из них, даже соседями.

Комплект антикоррозионной защиты сиантикор. Сиантикор – это электрохимическая защита всех металлических частей автомобиля от коррозии. Для этого используется запатентованные трибогенераторы-протекторы. При прохождении воздуха через трибогенераторы за счет трения вырабатывается небольшой электрический ток. Электрический ток снижает разницу разрядов между металлическими деталями авто и окружающей средой, а это останавливает коррозию. А за счет того, что трибогенераторы-протекторы изготавливаются из легких металлов, в процессе эксплуатации они постепенно разрушаются, делая это вместо авто. Протекторы устанавливаются на днище и в передней части авто. Подключать протекторы к электросистеме не нужно.

Сущность катодной защиты (защита с наложенным током) заключается в том, что защищаемая металлическая конструкция подключается к отрицательному полюсу внешнего источника постоянного тока, поэтому она будет являться катодом, а анодом служит вспомогательный электрод, обычно сталь или чугун, который присоединяется к положительному полюсу источника тока. Катодную электрозащиту применяют для защиты протяженных металлических конструкций, обычно в комбинации с изолирующими покрытиями. Преимущество катодной электрозащиты заключается в легкости регулирования подаваемого тока и поддержания необходимого защитного потенциала.

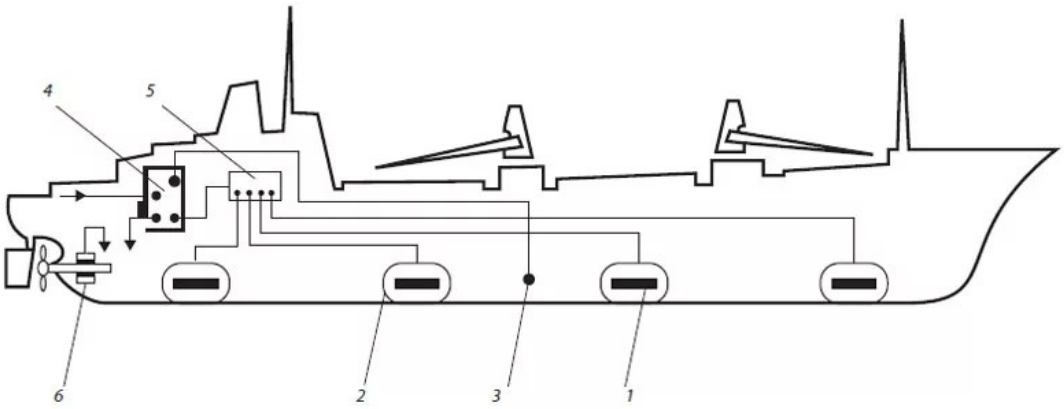


Рис. 1. Схема системы катодной защиты наложенным током подводной части корпуса судна:
1 – аноды; 2- околоанодные экраны; 3 – электрод сравнения; 4 – источник питания; 5 – распределительный щит; 6 – контактно-щеточное устройство

Рис.5. Схема системы катодной защиты

Катодную электрозащиту чаще всего используют для защиты стального оборудования от коррозии, находящегося в морской воде или в почве. Для характера процесса, протекающего на этом электроде, не имеет значения выбор металла, так как анодная поляризация его от внешнего источника тока приводит к окислению (растворению) вспомогательного электрода. Его выбор обусловлен экономической целесообразностью.

Катодная защита от коррозии VolvoPenta. Для защиты металла от гальванической деградации в основном используется пассивная анодная защита. Есть активная защита, смысл которой заключается вернуть убегающие электроны обратно в металл. Подключается все к бортовой сети через специальный контроллер. Он будет регулировать ток в зависимости от разницы потенциалов на гальванических пластинах. Модуль активной защиты, в котором

расположены два окошка. В одном находится потенциометр, а в другом рамка активного анода, которую обычно покрывают платиной, чтобы он не разрушался, растворяясь в электролите. В морской воде дополнительно на него ставятся обычные аноды, чтобы обеспечить защиту в комплексе. На контроллере 4 клеммы: 2 на питание и 2 на подключение модуля. Данный набор используется для защиты корпуса лодок.

Анодная защита от коррозии – это метод электрохимической защиты металлических конструкций, основанный на анодной поляризации защищаемого металла. Принцип действия: при анодной поляризации потенциал защищаемого металла смещается в положительную сторону. В результате этого на поверхности металла происходит образование защитной оксидной пленки, которая препятствует коррозии. Для достижения и поддержания защитного потенциала используется внешний источник тока.

Преимущества АЗ. Эффективность в системе электрохимической защиты трубопроводов от коррозии. Универсальность, которая может применяться для защиты различных металлов и сплавов. Регулируемость, позволяющая регулировать уровень защиты в зависимости от условий эксплуатации. Экологичность АЗ заключается в том, что метод не приводит к загрязнению окружающей среды.

Недостатки. АЗ является более сложным и затратным методом ЭХЗ по сравнению с протекторной защитой. Необходимость внешнего источника тока, так как АЗ требует наличия внешнего источника тока, что может быть проблемой в некоторых случаях. Ограниченная область применения. Она не применима для защиты металлов, которые не пассивируются в данном электролите. АЗ чувствительна к параметрам тока и электролита, что требует тщательного контроля.

Применение АЗ. Подземные трубопроводы, где АЗ используется для защиты подземных трубопроводов от коррозии. АЗ применяется для защиты морских сооружений, таких как платформы и суда, от коррозии. Также используется для защиты резервуаров для хранения от коррозии. Анодная защита применяется для защиты оборудования в химической промышленности от коррозии.

Анодная защита является эффективным и универсальным методом ЭХЗ. Она обеспечивает высокую степень защиты металла от коррозии, но требует более сложного оборудования и контроля. Важно отметить, что выбор метода защиты газопровода от электрохимической коррозии должен осуществляться с учетом конкретных условий эксплуатации и характеристик защищаемого объекта.

Электродренажная защита – это метод защиты подземных сооружений от коррозии, вызванной блуждающими токами. Блуждающие токи – это электрические токи, которые проходят по земле, а не по проводам. Они могут быть вызваны рядом факторов, в том числе: Электрифицированные железные дороги: рельсы электрифицированных железных дорог используются в качестве обратного пути для тягового тока. Этот ток может проходить в землю и вызывать коррозию подземных сооружений. Трамвайные линии: трамвайные линии аналогичны электрифицированным железным дорогам и могут также вызывать блуждающие токи. Электродренажная защита работает путем отвода блуждающих токов от защищаемого сооружения. Это делается путем установки дренажных устройств, которые представляют собой металлические стержни, забитые в землю. Дренажные устройства соединены с защищаемым сооружением кабелем являются единой системой электрохимической защиты подземного газопровода и других металлических конструкций. Блуждающие токи притягиваются к дренажным устройствам и отводятся от сооружения.

Существует три основных типа электродренажной защиты: Прямой дренаж: при прямом дренаже блуждающие токи отводятся от защищаемого сооружения к источнику тока. Это самый простой тип электродренажной защиты, но его можно использовать только в том случае, если источник тока известен и доступен. Поляризованный дренаж: при поляризованном дренаже блуждающие токи отводятся от защищаемого сооружения на специальное заземление. Это заземление представляет собой систему электродов, забитых в землю. Заземл-

ление поляризовано таким образом, что оно притягивает блуждающие токи. Усиленный дренаж: усиленный дренаж – это комбинация прямого и поляризованного дренажа. При усиленном дренаже блуждающие токи отводятся от защищаемого сооружения как к источнику тока, так и к специальному заземлению.

Подводя итоги, можно сказать, что электрохимическая защита от коррозии является эффективным и надёжным методом, который обеспечивает защиту металлических объектов и сооружений. Создавая электрическую среду, способствующую управлению потенциала металла, можно значительно снизить скорость разрушения материала. Долговечность, так как электрохимическая защита активно контролирует процессы окисления и уменьшает их скорость, металлические конструкции и оборудование, защищённые таким образом, обладают увеличенным сроком службы и сохраняют свои качественные характеристики на протяжении длительного времени.

Библиографический список

1. Протекторная защита: все аргументы «за». Домашняя яхт-верфь.
2. Комплексные методы защиты судовых конструкций от коррозии. РД 31. 28.10-97 Министерство транспорта Российской Федерации. Служба морского флота. Санкт-Петербург 1997.
3. Электрохимическая защита трубопроводов от коррозии. «ПромТехМастер». Опубликовано 16.02.2024.
4. Роберт Буллер, «Катера и Яхты», №235.

УДК 629.341

ЕРМОЛОВ А.В., СОМОВ Н.Е.

РАЗВИТИЕ ИНТЕРЬЕРНЫХ РЕШЕНИЙ В САЛОНАХ ОБЩЕСТВЕННОГО ТРАНСПОРТА: ВЛИЯНИЕ КОМПОНОВКИ ЭЛЕМЕНТОВ НА КАЧЕСТВО ТРАНСПОРТНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ ПАССАЖИРОВ.

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В процессе эволюции салонов наземного общественного транспорта особое значение приобрели эргономические и функциональные характеристики интерьерных решений, напрямую влияющие на качество транспортного обслуживания пассажиров. Изменения в расположении сидений, поручней, ширине проходов, наличии зон для маломобильных групп населения и выборе отделочных материалов обусловлены как технологическим прогрессом, так и повышенными требованиями к безопасности, комфорту и доступности городской мобильности. Современные подходы к проектированию салонов предполагают системную интеграцию транспортно-технологических решений, направленных на оптимизацию пассажиропотока, снижение времени посадки/высадки, улучшение санитарно-гигиенических условий и повышение восприятия транспортной услуги как качественной. Анализ отечественного и зарубежного опыта, а также сопоставление с нормативно-техническими требованиями позволяют выработать рекомендации по формированию эффективной компоновки интерьеров наземного общественного транспорта будущего.

Исследование салонов общественного транспорта можно разделить на несколько ключевых аспектов и в каждом из них выделить классификационные признаки:

1. Функционально-планировочные аспекты (компоновка и эргономика)

Можно разбить по элементам:

- Расположение сидений,
- Ширина проходов и входных зон,

- Наличие стоячих зон с расширенной площадью,
- Расположение валидаторов, кнопок вызова и табло.

В данном направлении развиваются автобусы с низкопольной компоновкой.

2. Социальные аспекты

Разделить по категориям пассажиров:

- Маломобильная группа населения (люди с инвалидностью, пожилые и пассажиры с колясками),
- Дети (уровень поручней),
- Беременные (эргономика сидений и поручней).

3. Эстетические, психологические и санитарные аспекты

Классификация по ощущениям и восприятию:

- Цветовые решения интерьера (влияние на восприятие безопасности/чистоты),
- Освещение (естественное, зональное, регулируемое),
- Материалы отделки (вандалоустойчивость, гигиеничность),
- Звуковое восприятие (звукоизоляция, объявления остановок, виброизоляция),
- Чистота и проветриваемость салона (кондиционирование, антивирусные решения).

Библиографический список

1. Савельев, Б.В. Автотранспортные средства. Стандарты эргономики: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 20. – 248 с.
2. Шмид, М. Эргономические параметры. Изд. Мир, Москва, 2000, 233 с.
3. Мунипов, В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. - М.: Логос, 2001. - 356 с.

УДК 629.113

ЕРМОЛИН Н.А.

АВТОМАТИЗАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНЫХ ЗАПРАВОЧНЫХ СТАНЦИЙ

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

Автоматизация автозаправочных станций (АЗС) представляет собой внедрение современных технологий для оптимизации процессов заправки автомобилей, повышения безопасности и улучшения качества обслуживания. В условиях растущей конкуренции и требований к эффективности работы АЗС автоматизация становится необходимым шагом для повышения их конкурентоспособности.

Основная масса компаний, имеющих собственный автопарк, старается обеспечить себя персональными заправками. Они могут быть как передвижными, так и стационарными (устанавливаемыми в одном месте). Автоматизированные контейнерные АЗС, состоящие из наземной емкости и раздаточной колонки, имеют множество преимуществ. В частности, они обладают высокой степенью надежности и используются во всех отраслях, где надо обеспечить бесперебойный, эффективный отпуск ГСМ.

Конструкция заправки с современной системой раздачи топлива позволяет создать собственную АЗС, обеспечив ДТ и/или бензином весь автомобильный парк компании. Сегодня компании применяют различные системы раздачи топлива, позволяющие эффективно решать производственные задачи. Вне зависимости от рода деятельности предприятия и размеров его автопарка, потребители всегда могут выбрать нужную модель АЗС.

Автоматизированные автозаправочные станции (АЗС) под брендом "Benza" представляют собой современные решения в области топливной инфраструктуры (рис. 1).

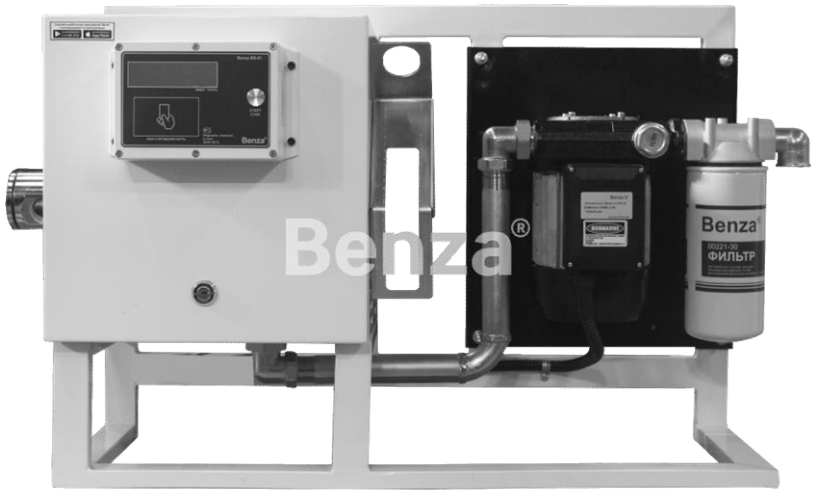


Рис. 1. Комплекс автоматизированной автозаправочной станции

Отталкиваясь от опыта пользованием топливораздаточной колонкой (ТРК) Kamka 6120-21 (BS-02) и уровнемер МС 150 в транспортной компании можно выделить следующие основные характеристики.

1. Современные технологии управления.

Колонка оснащены автоматизированными системами управления, которые позволяют контролировать процессы заправки, учет топлива и управление оборудованием в режиме реального времени.

2. Бесконтактные способы выдачи норм топлива водителям.

Использование мобильных приложений, бесконтактных карт и других цифровых решений упрощает процесс, что значительно сокращает время заправки. Водители имеют возможность круглосуточно получать свою норму топлива, которая может быть установлена индивидуально на каждый вид транспорта. Это является преимуществом для планирования работы транспорта.

3. Интеллектуальные системы мониторинга.

Системы мониторинга позволяют отслеживать запасы топлива, производить анализ данных, что способствует более эффективному управлению ресурсами. На резервуарах установлены датчики уровня топлива, что дает возможность контролировать:

- температуру и плотность топлива;
- точное количество поступившего и выданного топлива;
- несанкционированные сливы.

4. Безопасность и надежность.

Внедрение автоматизированных систем снижает риск человеческой ошибки, что повышает безопасность операций на АЗС. Автоматизация процессов позволяет оптимизировать расходы на персонал и управление.

Автоматизированные станции предлагают удобные условия заправки, включая возможность предварительного заказа топлива через мобильные приложения. При нехватки установленной нормы топлива водитель может запросить разовое увеличение в приложении, описав причину нехватки, в свою очередь механик или оператор с доступом к системе может одобрить или отклонить заявку на дополнительное топливо.

При использовании были также выявлены недостатки, перечисленные далее.

1.Технические сбои: при использовании оборудования при температуре -25 происходили технические сбои. Как и любое автоматизированное оборудование, системы на АЗС могут выходить из строя. Технические неисправности приводили к остановке работы станции и к задержкам в обслуживании.

2.Недоработанная операционная система: так как автоматизированные АЗС только начинают развиваться, то многие производители выпускают оборудование с недоработанной операционной системой, что приводит к долгой настройке и доработке АЗС.

Несмотря на недостатки автоматизированная АЗС имеет больше преимуществ.

Помимо упрощения круглосуточной раздачи топлива и дистанционного контроля при пользовании автоматизированной АЗС на территории нашего предприятия была выявлена недосдача топлива в объеме 400 литров в неделю. Затем была проведена проверка внутри предприятия и уволены сотрудники, отвечавшие за отпуск ГСМ. Отталкиваясь от данного факта, можно утверждать, что автоматизированная АЗС оправдала внедрение.

УДК 641.513

ЖИЧКИН С.П. БЕРДНИКОВ Л.А., ЛЕБЕДНОВ Е.А., ПРАЗДНИЧКОВ П.О.

ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ ПОРТАЛЬНОЙ И ТУННЕЛЬНОЙ МОЙКИ НА АТП

Нижегородский государственный университет имени Р.Е. Алексеева

Как помыть автобусы чисто, выгодно и надежно? Этот вопрос задают себе автобусные парки, пассажирские компании, сервисные центры, крупные автостанции, автовокзалы, а также предприятия, занимающиеся городскими, междугородними и международными автобусными перевозками. Ответить на этот вопрос оказывается часто не так просто. В большинстве случаев, системы автоматической мойки автобусов требуют комплексных решений, особенно с учетом новой экологической политики

Самая распространенная конфигурация для автомойки автобусов – это мойки портального типа и туннельного. Разберем все плюсы и минусы конкретных моек.

Портальная мойка



Рис.1. Портальная мойка для автобусов

Портальные мойки представляют собой жесткую П-образную раму, подвижно установленную на направляющие рельсы. На раме закреплены моющие узлы. Чтобы помыть автомобиль, необходимо установить его между рельсами. Портал движется по направляющим в одну и в другую сторону, выполняя операции, предусмотренные программой [1]

Преимущества:

-Небольшие габариты для помещения под портальную мойку: 30х6 м;

-Высокая производительность мойки составляет от 3 до 10 автобусов в час в зависимости от программы;

-Мойка автоматизирована, человек нужен только для того, что бы включить программу мойки;

-Длительный срок службы и лёгкая замена щёточных сегментов гарантируют низкие затраты на эксплуатацию [2].

Недостатки:

-При выходе из строя одного узла останавливается весь портал;

-Невозможность идеально отмыть труднодоступные места [2].

Туннельная мойка



Рис.2. Туннельная мойка для автобусов

Процесс мойки осуществляется следующим образом: автомобиль своим ходом, не превышая максимальной скорости 2 км/ч, проезжает через стационарную моечную установку. Моечная установка состоит из 4-х вертикальных щеток, причем две из них подвешены на движущихся каретках, что позволяет промывать переднюю и заднюю части автомобиля, а две другие щетки служат для мойки боковых частей. Опционально можно установить 5-ю горизонтальную щетку для мойки крыши транспортного средства.

Преимущества:

-Высокая пропускная способность. Автомойка способна обслужить большое количество клиентов — до 120 автомобилей в час;

-Автоматизированный процесс мойки;

-Длительный срок службы [3].

Недостатки

-Под туннельную мойку практически невозможно найти подходящее помещение, и единственным приемлемым вариантом построить помещение с нуля;

-Риски с поломкой оборудования те же, что и у портальной мойки. Поэтому для туннеля невероятно важны грамотное обслуживание и профилактика;

-Качество мытья зависит от степени загрязнения машины. Часто приходится нанимать работника, который будет предварительно вручную отмывать кузов на въезде в туннель;

- Необходим большой стартовый капитал. Также предстоят большие вложения в землю и коммуникации [3].

Исходя из сказанного, можно сделать вывод о том, что на АТП следует выбирать мойку портального типа, потому что она дешевле в строительстве, более компактна. Большая пропускная способность мойки туннельного типа будет не так важна на АТП.

Библиографический список

1.Антонов, В.К Устройство портальной мойки для автобусов
2.Перчук, Г.В. Преимущества и недостатки портальных моек
3.Антонов, В.К. Мойки проходного типа

УДК 665.753.4

ЖИЧКИН С.П. БЕРДНИКОВ Л.А., ЛЕБЕДНОВ Е.А., ПРАЗДНИЧКОВ П.О.

ПЕРЕВОЗКА ДИЗЕЛЬНОГО ТОПЛИВА АВТОЦИСТЕРНАМИ

Нижегородский государственный университет имени Р.Е.Алексеева

Перевозка дизельного топлива должна осуществляться по определённым правилам. В этом случае в процессе транспортировки не возникнет опасных ситуаций, а деятельность перевозчика будет законной. Разработкой положений, которые регулируют эту сферу грузовых

перевозок, занимаются эксперты. Они учитывают потенциальные обстоятельства, которые могут возникнуть на дороге, а также берут во внимание особенности перевозимого товара. Дизтопливо относится к легковоспламеняющимся веществам, которые во время перевозки могут воспламеняться. Соблюдение норм и правил позволяет снизить риск образования таких опасных ситуаций [2].

Структура транспортного процесса включает в себя три элемента:

- процесс погрузки,
- процесс перевозки,
- процесс разгрузки.

Дизельное топливо имеет 3 класс опасности.

Информационная табличка для перевозки опасного груза



Рис.1. Табличка с информацией об опасном грузе



Рис.2 Табличка опасного груза “дизельное топливо”

Некоторые требования к транспортным средствам для перевозки нефтепродуктов.

1. Автоцистерны не должны устанавливаться на транспортных средствах с двигателем, работающем на газе.
2. Конструкция автоцистерны должна обеспечивать безопасность работы обслуживающего персонала. В эксплуатационной документации должны быть приведены сведения о мерах взрыво-пожаробезопасности при эксплуатации, по предупреждению и способах тушения пожара, по безопасному проведению работ внутри цистерны, регулированию и ремонту автоцистерны.
3. Во избежание накопления статического электричества оборудование автоцистерн изготавливают из материалов, имеющих удельное объемное электрическое сопротивление не более 105 Ом-м.
4. Автоцистерна должна иметь два порошковых огнетушителя вместимостью не менее 5 л каждый.
5. Автоцистерна должна быть оборудована проблесковым маячком оранжевого цвета.
6. На боковых сторонах и сзади автоцистерна должна иметь надпись "Огнеопасно". Цвет надписи должен обеспечивать ее четкую видимость.
7. Автоцистерна должна быть оборудована донным клапаном с возможностью управления им снаружи цистерны [2].

Выбор оборудования, необходимого для перевозки ДТ

Перевозка дизельного топлива автотранспортом предполагает использование специальных, стандартных баков. Эти ёмкости предназначаются исключительно для дизельного топлива. Максимальный объём общего количества нефтепродуктов, которые перевозятся на одном автомобиле, составляет 1500 литров. Если объём перевозимого топлива превышает 1000 литров, то должны присутствовать следующие документы: [3]

- маршрут;
- допуск для автомобиля;
- соглашение европейского образца.

Ёмкости для перевозки топлива должны особым образом подбираться и подготавливаться. Для этого используются следующие правила:

Очистка должна быть полноценной и тщательной. Если баки ранее использовались для другого груза, то они должны быть вымыты и высушены. В этом случае удастся избежать смешивания компонентов, снижения, частичной или полной утраты начальных качеств дизтоплива.

Заземление позволяет исключить негативное воздействие электростатического влияния на нефтепродукты. Заземление позволяет предотвратить воспламенение груза. Автомобиль должен быть оснащён полноценным набором средств для тушения пожара. На автомобиле должны располагаться оповестительные и предупреждающие знаки соответствующего образца.

Для автоцистерн оформляется допуск, дающий разрешение на транспортировку горючего ДТ. У водителя должно быть свидетельство, которое будет указывать на наличие у него подготовки для выполнения транспортировки дизельного топлива. [3]

Аварийные ситуации

При возникновении чрезвычайной ситуации водитель обязан:

1) исключить доступ посторонних к месту происшествия;
2) уведомить об аварии ближайшее подразделение ГИБДД;
3) вызвать бригаду технической помощи;
4) оказать доврачебную помощь при наличии пострадавших;
5) для локализации и устранения инцидента принимают меры с учетом требований аварийной карточки [4].

Библиографический список

1.Допог от 01.01.2024

2. Постановление Правительства РФ от 21.12.2020 N 2200 "Об утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом и о внесении в пункт 2.1.1 Правил дорожного движения Российской Федерации"

3. ГОСТ 1510-84 Межгосударственный стандарт Нефть и Нефтепродукты. Маркировка, транспортировка, упаковка и их хранение.

4. Постановление Правительства РФ от 15.04.2011 N6272 «06 утверждении Правил перевозок грузов автомобильным транспортом».

УДК 574

ЖИЧКИН С.П., БЕРДНИКОВ Л.А., ЛЕБЕДНОВ Е.А., ПРАЗДНИЧКОВ П.О.

ВЛИЯНИЕ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА И ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Автомобильный транспорт имеет важнейшее значение для функционирования общественного производства и жизни людей. Однако при этом он является главным глобальным источником загрязнения окружающей среды.

На его долю приходится до 60-80 % загрязнения окружающей среды, а в районах наибольшего сосредоточения людей (густонаселённых районах, курортных городах, вдоль автомагистралей и т. д.) – до 90-95 %.

Во время эксплуатации транспортных средств образуется большое количество отходов, большую опасность среди которых представляют собой изношенные автомобильные шины, которые сложно собирать и утилизировать.

По статистике Всемирной организации здравоохранения, риск возникновения рака у рабочих, занятых на производстве шин, превышает риск онкозаболеваний у рядового жителя современного города в 8 раз.

Кроме выбросов отработанных газов, транспортный поток создаёт облако пыли, состоящее более чем на 60 % из микроскопических и ультрамикроскопических частиц радиусом 10,0-0,25 мкм, которые образуются в результате стирания автомобильных шин (при контакте с дорожным покрытием), самого дорожного покрытия и тормозных накладок (при торможении). Поэтому актуальным является изучение способов обращения с ними и оценки влияния этих отходов на окружающую среду и здоровье человека. Автомобильные шины представляют собой серьёзную экологическую проблему по нескольким направлениям:

1) вещества, которые используются при производстве, переработке и утилизации шин являются крайне токсичными для человека и окружающей среды;

2) шины легко воспламеняются, к тому же, их очень трудно загасить, в некоторых случаях погасить возгорание удаётся лишь по истечению нескольких недель

3) свалки шин занимают огромные площади, увеличивается количество незаконного сброса шин;

4) нагромождение шин на свалках приводит к тому, что под давлением других отходов они сжимаются и отскакивают с огромной силой, в связи с чем участились случаи травм и смерти среди рабочих.

Мономеры и полимеры, которые производятся при производстве шин, являются очень токсичными.

Например, изопрен оказывает мягкое токсическое воздействие при ингаляции, кроме того, он также вступает в реакцию с воздухом и озоном, образуя опасные пероксиды. Европейский союз признал вещество таким, которое может вызвать рак, приводит к генетическим дефектам и является токсичным для водной флоры и фауны с долгосрочными последствиями. Бутадиен является опасным канцерогеном и имеет тератогенное действие, вызывает повреждение центральной нервной системы. Вдыхание высоких концентраций бутадиена может привести к потере сознания и смерти. Системное воздействие на организм человека при вдыхании приводит к постоянному кашлю и появлению галлюцинаций [1].

По данным Европейского химического агентства, в результате длительного воздействия стирол вызывает повреждение органов, предположительно вызывает рак, негативно сказывается на фертильности и является токсичным для нерождённого ребёнка. Стирол является ядовитым при приёме внутрь и вдыхании, систематическое воздействие стирола приводит к раздражению глаз и нарушению обоняния. Все три мономера являются пожароопасными при воздействии тепла, пламени или окислителей. Наиболее стабильным среди них является стирол, но до сих пор биологические периоды полураспада невелики. Бутадиен-стирольный сополимер вызывает раздражение глаз и предположительно вызывает рак. Основным способом обращения с изношенными шинами является их сжигание. Значительно меньшую часть шин перерабатывают пиролизом или механической обработкой, которые требуют больших затрат. Пиролиз лома изношенных шин осложняется тем, что каучуки являются плохими проводниками тепла, и деградация макромолекул требует значительных количеств энергии. Наиболее распространённым методом пиролиза является вращающаяся печь, в которой отходы должны находиться в течение 20 минут или более [2].

Наличие больших градиентов температуры внутри вращающихся печей приводит к разнообразному набору веществ. Большинство процессов сжигания происходят несанкционированно – гражданами или организациями, чтобы избавиться от отходов или для получения тепла (энергии). Предприятия, которые сжигают отработанные шины легально, часто не имеют надлежащих ресурсов для обеспечения необходимых уровней очистки газовых выбросов.

Кроме этого, как уже отмечалось, значительная доля шин попадает на свалки, где часто происходит самовоспламенение. Горение изношенных автомобильных шин несёт угрозу для окружающей среды, поскольку в результате этого процесса образуются вещества первого-третьего классов опасности: бензапирен, бифенил, свинец, полициклические ароматические углеводороды, бутадиен, стирол, диоксин, фуран, антрацен, флуорентан, пирен и другие

Бифенил и бензапирен являются сильнейшими канцерогенами, поэтому их наличие свидетельствует о серьёзной угрозе окружающей среде и здоровью человека.

Пыль из покрытия дороги – это полидисперсный материал, насыщенный различными загрязнителями – продуктами загрязняющих выбросов от работы двигателя, износа тормозных колодок (накладок), износа шин и др.

Наибольшее влияние на интенсивность и величину износа дорожного покрытия (асфальтобетона) имеют следующие факторы: качество каменного материала и битума, интенсивность и состав движения, влияние окружающей среды, качество работы службы эксплуатации дорог.

Использование автомобильных шин приводит к крайне негативному воздействию на здоровье человека и окружающую среду. Ввиду частого возникновения нежелательных случаев возгорания шин на свалках и сопряжённых с обращением шин рисков для окружающей среды и здоровья [3].

Библиографический список

1.Иванов, К. С., Сурикова Т. Б. Использование и переработка отработавших шин. Доклады Всероссийской научно-технической конференции Современные проблемы экологии / Тула.: Инновационные технологии, 2009.

2. Третьяков ,О. Б. Воздействие шин на окружающую среду и человека / О. Б. Третьяков, В. А. Корнев, Л. В. Кривошеева. — М.: Нефтехимпром, 2006. — 154 с.

3. Тарасова, Т. Ф. Экологическое значения и решение проблемы переработки изношенных автошин / Т. Ф. Тарасова, Д. И. Чапалда // Вестник ОГУ. — Т. 2. Естественные и технические науки. — 2006. — № 2.

УДК 629.33

ЖИЧКИН С.П., БЕРДНИКОВ Л.А., ЛЕБЕДНОВ Е.А., ПРАЗДНИЧКОВ П.О.

ЧТО ТАКОЕ РАЗВЕСОВКА АВТОМОБИЛЯ И НА ЧТО ОНА ВЛИЯЕТ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Развесовка автомобиля – понятие простое и одновременно сложное. С одной стороны, суть термина кажется очевидной. С другой, далеко не все понимают, на что она влияет и почему обычно пытаются добиться идеальной развесовки.

Развесовка в общем смысле – это распределение массы автомобиля между передней и задней осью, а также между колесами на осях. Например, если развесовка по осям составляет 60:40 в пользу передней оси, это значит, что при массе автомобиля в тонну на переднюю ось приходится примерно 600 килограммов, а на заднюю – 400 [1].

Обычно в контексте развесовки говорят именно о развесовке по осям, хотя стоит понимать, что развесовка может отличаться и между колесами одной оси, и это тоже оказывает влияние на поведение автомобиля.

Факторов, влияющих на развесовку в автомобиле, очень много, и финальная развесовка тонко настраивается инженерами для достижения желаемых характеристик.

Один из ключевых факторов – это компоновка силового агрегата. Двигатель и коробка передач имеют сравнительно большую массу, поэтому их расположение оказывает серьезное влияние на развесовку. Основных компоновочных схем расположения силового агрегата четыре: переднемоторная, передне-среднемоторная, задне-среднемоторная и заднемоторная. Это зависит от расположения силового агрегата относительно колесной базы. Если он целиком или преимущественно расположен в переднем свесе, то это переднемоторная компоновка [1].

Если он целиком смещен назад в пределы колесной базы, то это передне-среднемоторная компоновка. Если он установлен за водителем в пределах колесной базы, то

это задне-среднемоторная компоновка. А если он целиком находится в заднем свесе, то компоновка заднемоторная. В современном автомобилестроении основными стали переднемоторная и передне-среднемоторная компоновки. Для оптимизации распределения массы силовой агрегат из мотора и коробки передач стараются сместить в пределы колесной базы – ведь чем ближе к центру автомобиля расположен тяжелый агрегат, тем равномернее будет распределяться его нагрузка по осям. Однако сделать это удается не всегда.

Помимо компоновки силового агрегата на развесовку снаряженного автомобиля влияет множество других факторов: тип кузова, конструкция и масса подвесок, тип привода и его конструкция, расположение бензобака, тип колес и так далее. Поэтому итоговая настройка развесовки, как было сказано выше, тонко настраивается инженерами – например, в том числе для распределения массы аккумулятор могут переносить в багажник. Из сложных методов улучшения развесовки можно вспомнить transaxle – компоновочную схему, когда коробку передач переносят на заднюю ось и объединяют в один узел с задним редуктором (этот узел и есть тот самый transaxle). Однако это технически сложное решение, которое встречается лишь на отдельных спортивных автомобилях.

Что может влиять на развесовку?

Учитывая, сколько факторов формируют исходную развесовку автомобиля, легко понять, что на фактическое распределение массы тоже влияет масса условий. Число и масса пассажиров в салоне, наличие и масса груза в багажнике, уровень топлива в баке – вот только крупнейшие факторы, меняющие фактическую развесовку при эксплуатации. Мелких еще больше: установка незаводских колес с большей или меньшей массой, установка нештатного аккумулятора, багажники на крышу, установка дополнительных аудиокомпонентов, дополнительная шумоизоляция и так далее [1].

Следующее, о чем нужно помнить – это динамическое перераспределение нагрузки по осям в зависимости от продольных ускорений. На разгоне задняя ось дополнительно нагружается, а задняя разгружается, при торможении – наоборот, и это влияет на поведение автомобиля.

Ну а третий важный факт – это изменение развесовки из-за износа или повреждения элементов подвески. Причем здесь становится важной развесовка не только по осям, но и между колесами одной оси. Например, обломанная пружина или поврежденный рычаг подвески изменят распределение массы между левым и правым колесом оси – исправные детали примут на себя дополнительную нагрузку, а неисправные частично разгрузятся. В спортивных автомобилях за равномерностью развесовки в пределах оси внимательно следят, и ее можно отрегулировать – в том числе при помощи винтовых стоек подвески. А вот в обычном гражданском автомобиле такой «перекос» можно только принять и учесть, как факт до устранения неисправности.

На базовом уровне развесовка влияет на поворачиваемость автомобиля – пусть и в меньшей степени, чем тип привода. Например, большой тяжелый мотор в переднем свесе – это груз, который в крутом вираже тянет переднюю ось наружу поворота. Достаточно вспомнить американские кары золотой эпохи до топливного кризиса – машины с огромными чугунными V8 быстро ехали по прямой, но совершенно не были готовы поворачивать и вообще эффективно управляться. А Porsche 911 – эталонный пример заднемоторной компоновки со всеми ее плюсами и минусами, когда мотор в заднем свесе неизбежно пытается развернуть машину на дуге [2].

Но даже если автомобиль избавлен от таких технических крайностей, стоит взглянуть, насколько глубоко мотор сдвинут в пределы колесной базы, и поинтересоваться, сколько он весит в сборе с коробкой передач. Обычным водителям стоит также помнить и о динамическом перераспределении массы. Если на заднем приводе интенсивный разгон нагружает заднюю ось, и на газ можно жать от души, то легкий переднеприводный хэтчбек с малообъемным турбомотором при старте «в пол с места» просто разгрузит передние колеса и выдаст бесполезную пробуксовку. В поворотах тоже нужно помнить о перераспределении массы при разгоне и торможении – тот же хэтчбек с легкой и пустой кормой легко закинет эту кор-

му в занос, если резко бросить газ в быстром повороте, дополнительно разгрузив задние колеса.

Также развесовка влияет, например, на преодоление автомобилем препятствий и его поведение при подъеме по крутому склону. Автомобиль с тяжелым мотором в переднем свесе больше буксует в процессе, но если удалось закинуть переднюю ось на вершину подъема, шансы заехать на нее целиком увеличиваются. А при движении по неровной дороге на таком автомобиле стоит контролировать скорость, чтобы не допускать динамической вертикальной раскачки, которая может привести к излишней разгрузке передних колес и потере управляемости [2].

В повседневной эксплуатации нужно помнить и о разнице между поведением пустого и загруженного автомобиля. Если у вас в салоне пять человек, а в багажнике сотня килограммов груза, развесовка кардинально отличается от той, что была, когда вы ехали в одиночку с пустым багажником. Так что в поворотах нужно быть осторожнее, а торможения продумывать тщательнее.

Библиографический список

1. Кокорин, А.П. Что такое развесовка автомобиля // За рулем. 2021.
2. Тарасов, А.Г. Влияние развесовки автомобиля на динамику и управляемость.

УДК 620.164.1

ИЛЬЯНОВ Д.С.*, ИЛЬЯНОВ С.В., БОРИСОВ Г.В., КОРЧАЖКИН М.Г.

СРАВНЕНИЕ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ N1 С РАЗЛИЧНЫМИ ВИДАМИ ДВИГАТЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
* МБОУ «Лицей №8 им. академика Е.К. Федорова»

В настоящее время наблюдается увеличение интереса компаний к использованию электромобилей в качестве легкого коммерческого транспорта, в связи с чем встает вопрос об их экономической эффективности в эксплуатации.

Для того чтобы совершать перемещение, электромобилю приходится затрачивать свою энергию на преодоление силы сопротивления дороги, силы сопротивления ветру, силы сопротивления разгону [1, 4, 5].

Согласно [2], для преодоления сил сопротивления при разгоне необходимо совершить работу, которую можно определить по следующему выражению:

$$\mathrm{A_{p}}i = \frac{\psi m g(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2j_i} + \frac{k_{\text{в}} F_{\text{а}}(v_{i+1}^4 - v_i^4)}{4j_i} + \frac{\delta_{\text{вр}} m(v_{i+1}^2 - v_i^2)}{2},$$

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:

$$E_{\text{НЭр}i} = \frac{\mathrm{A_{p}}i}{\eta_{\text{су}} \cdot 3{,}6 \cdot 10^6},$$

где $\eta_{\text{су}}$ – КПД электромеханической силовой установки, равный произведению коэффициентов полезного действия компонентов $\eta_{\text{су}} = \eta_{\text{и}} \cdot \eta_{\text{эд}} \cdot \eta_{\text{м}}$ (здесь: $\eta_{\text{и}}$ – 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:

$$\mathrm{A_{п}}i = \psi m g v_i(t_{i+1} - t_i) + k_{\text{в}} F_{\text{а}} v_i^3(t_{i+1} - t_i),$$

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:

$$E_{\text{НЭп}i} = \frac{\text{А}_{\text{п}i}}{\eta_{\text{су}} \cdot 3{,}6 \cdot 10^6}$$

В процессе торможения электромобиль способен осуществлять процесс рекуперации энергии. Энергия, получаемая в процессе рекуперативного торможения, может быть найдена по следующему выражению:

$$E_{\text{НЭрек}i} = \eta_{\text{рек}} \left(\frac{\delta_{\text{вр}} m (v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2} - \frac{\psi m g (v_i^2 - v_{i+1}^2)}{2 j_i} - \frac{k_{\text{в}} F_{\text{а}} (v_i^4 - v_{i+1}^4)}{4 j_i} \right) / (3{,}6 \cdot 10^6),$$

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:

$$E_{\text{НЭзатр}} = E_{\text{НЭрасх}} - E_{\text{НЭрек}}$$

Удельный расход энергии накопителя за цикл в кВт·ч на км пути рассчитывается по выражению:

$$E_{\text{НЭуд}} = \frac{E_{\text{НЭзатр}}}{L_{\text{ц}}},$$

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, 5].

Запас хода возможно рассчитать, используя циклы из ГОСТ Р 41.101-99 [3] для простого городского, загородного и смешанного циклов движения.

В ходе произведенных расчетов были сформированы массивы значений расхода электроэнергии и запаса хода электромобиля Газель NEXT ЭЛЕКТРО полной массы с 3-х местной однорядной кабиной 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 расчетных параметров для электромобиля Газель NEXT ЭЛЕКТРО

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 · $\frac{\text{ч}}{\text{км}}$	0,4825		
Запас хода электромобиля, км	49,74	97,41	145,08
Цикл движения	Загородный		
Удельный расход энергии за цикл на км пути, кВт · $\frac{\text{ч}}{\text{км}}$	0,5611		
Запас хода электромобиля, км	42,77	83,76	124,75
Цикл движения	Смешанный		

Удельный расход энергии за цикл на км пути, кВт $\cdot \frac{\text{ч}}{\text{км}}$	0,5322		
Запас хода электромобиля, км	45,1	88,31	131,53

Топливная экономичность автомобиля определяется расходом топлива при выполнении им транспортной работы в различных условиях эксплуатации. Одним из основных обобщающих измерителей топливной экономичности является линейный расход топлива Qs, л/100 км.

Уравнение полного расхода топлива, учитывающее неравномерность городского движения, а также изменение характеристик двигателя и трансмиссии, согласно выделяемым режимам, имеет вид [4, 5]:

$$Q_S = \frac{g_e^s \cdot \left(P_\psi^s + P_w^s + P_j^s\right)}{10 \cdot \rho_т \cdot V_{ср} \cdot \eta_{тр}}, л/100\ км$$

где g_e^s – удельный эффективный расход топлива двигателем, соответствующий режиму работы двигателя s при движении автомобиля со скоростью $V_{ср}$, г/кВт·ч; P_ψ^s – мощность двигателя, затрачиваемая на преодоление суммарного дорожного сопротивления, соответствующая режиму работы двигателя s при движении автомобиля со скоростью $V_{ср}$, кВт; P_w^s – мощность двигателя, затрачиваемая на преодоление аэродинамического сопротивления, соответствующая режиму работы двигателя s при движении автомобиля со скоростью $V_{ср}$, кВт; P_j^s – мощность, затрачиваемая на разгон вращающихся деталей двигателя и трансмиссии, соответствующая режиму работы двигателя s при движении автомобиля со скоростью $V_{ср}$, кВт; $\rho_т$ – плотность топлива; $\eta_{тр}$ – КПД трансмиссии; $V_{ср}$ – средневзвешенная по интенсивности городского (загородного) дорожного движения скорость автомобиля, согласно [1, 4] в городских условиях составляет 22,03 км/ч, а на загородных участках дорог с твердым покрытием – 70 км/ч.

Для выделения режимов двигателя, при которых реализуется экспериментальное значение средней скорости для городского и загородного режима движения, необходимо произвести расчеты силы тяги и скоростей в рабочем диапазоне двигателя по передачам коробки передач, согласно [1, 4, 5].

Для большей точности необходимо рассчитать обороты двигателя для экспериментально установленной скорости $V_{ср}$, согласно [5]:

$$n_e = \frac{V_{ср} \cdot i_{тр}}{0{,}377 \cdot r_д}, мин^{-1}$$

где$i_{тр}$ – передаточное число трансмиссии;$r_д$– динамический радиус ведущего колеса, м.

Мощность двигателя, затрачиваемая на преодоление суммарного дорожного сопротивления P_ψпри экспериментальной скорости $V_{ср}$, определяется по выражению:

$$P_\psi = \psi \cdot G_{атс} \cdot V_{ср}, кВт$$

где ψ – коэффициент суммарного дорожного сопротивления для заданного типа покрытия, $G_{атс}$ – вес автомобиля, кН.

Мощность, затрачиваемая на преодоление аэродинамического сопротивления, P_w, при движении с экспериментально установленной скоростью $V_{ср}$, определяется по выражению:

$$P_w = W \cdot V_{ср}^3, кВт$$

где W – фактор обтекаемости автомобиля, $\frac{Нс^2}{м^2}$.

Потери мощности двигателя P_j, затрачиваемые на преодоление сил инерции при разгоне, определяются по выражению:

$$P_j = \delta \cdot m_a \cdot \bar{a} \cdot V_{ср}, кВт$$

где $\delta = 1 + \sigma_1 \cdot i_{кп}^2 + \sigma_2$ – коэффициент учета вращающихся масс (здесь: σ_1 и σ_2 – коэффициенты, заменяющие собой части выражения тягового баланса автомобиля [5]),

m_a – полная масса автомобиля, т, $\bar{a}$ – среднее ускорение при движении автомобиля, м/с^2 (согласно [4], для городских условий эксплуатации $\bar{a}$ = 0,0275 м/с^2).

Величина g_e определяется аналитическим способом по выражению[5]:

$$g_e = g_{ep} \cdot k_{\text{Е}} \cdot k_{\text{И}}$$

где g_{ep} – удельный эффективный расход топлива двигателем при максимальной мощности, $g_{ep} = (1{,}05 \div 1{,}10) \cdot g_e^{min}$ (при этом $g_e^{min} = 180 - 200$ г/кВт · ч); $k_{\text{Е}}$ – коэффициент, учитывающий влияние степени приближения угловой скорости вращения КВ расчетного режима к угловой скорости вращения КВ в режиме максимальной мощности; $k_{\text{И}}$ – коэффициент, учитывающий степень использования мощности дизельного двигателя.

В ходе произведенных расчетов были сформированы массивы значений линейного расхода топлива автомобиля Газель Next ГАЗ-А31R22 полной массы с 3-х местной однорядной кабиной, оснащенного дизельным двигателем G21A, при городском и загородном циклах движения, согласно [1, 4].

Результаты полученных значений расчетных параметров сведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчетных параметров для автомобиля Газель Next ГАЗ-А31R22

Цикл движения	городской
Линейный расход топлива, л/100 км	14,1
Цикл движения	загородный
Линейный расход топлива, л/100 км	10,3

Для сравнения технико-экономических показателей эксплуатации, а именно расхода энергии и линейного расхода топлива в городских и загородных условиях эксплуатации электромобиля Газель Next ЭЛЕКТРО и автомобиля Газель Next ГАЗ-А31R22 с дизельным двигателем необходимо рассчитать затраты на топливо и на зарядку электробатареи для совершения транспортной работы на 100 км пути. Результаты расчетов сведены в табл. 3.

Таблица 3

Сравнительный анализ затрат на совершение транспортной работы автомобиля Газель Next ГАЗ-А31R22 и электромобиля Газель Next ЭЛЕКТРО при различных транспортных условиях

Цикл движения	**Автомобиль Газель Next ГАЗ-А31R22**			**Электромобиль Газель Next ЭЛЕКТРО**			Разница показателей, %
	Линейный расход топлива, л/100 км	Стоимость ДТ, руб./л	Затраты на 100 км пробега	Удельный расход энергии, кВт*ч/км	Стоимость зарядки, руб./кВт*ч	Затраты на 100 км пробега	
Городской	14,1	68,38	964,2	0,4825	12	579	40
Загородный	10,3		704,3	0,5611		673,3	4,4

Таким образом, для совершения транспортной работы на 100 км пути в городских условиях эксплуатации при хорошем состоянии покрытия дороги в настоящее время экономически целесообразнее произвести зарядку батареи электромобиля, чем заправку автомобиля дизельным топливом на 40 %, а для совершения транспортной работы на 100 км пути в загородных условиях эксплуатации при тех же дорожных условиях на 4,4 %.

Получаемые значения технико-экономических показателей эксплуатации в загородных циклах движения для автомобиля Газель Next ГАЗ-А31R22 с дизельным двигателем и электромобиля Газель Next ЭЛЕКТРО при совершении транспортной работы автомобилем полной массы соизмеримы, а в городских условиях эксплуатации очевидно преимущество электромобиля. Следовательно, при совершении транспортной работы в городских условиях эксплуатации рекомендуется использование электромобиля Газель Next ЭЛЕКТРО как более эффективного с точки зрения технико-экономических показателей.

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 AcademicPublishing, 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. Ильянов, С.В., Борисов, Г.В., Корчажкин, М.Г., Кузьмин, Н.А. Теоретическое прогнозирование расхода топлива городскими автобусами: монография. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2023. – 144 с.
5. Кравец, В.Н. Теория автомобиля: учеб. пособие. – Н. Новгород: НГТУ, 2007. – 368 с.

УДК 629.113.01,004.942

КАРИМОВА А.М., КАТАЕВА Л.Ю.

CFD-МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ, ВЛИЯНИЕ ЕГО ФОРМЫ НА ЕГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема загрязнения кузова автомобиля представляет значительный интерес в области современного автомобилестроения [1]. Актуальность этого вопроса обусловлена не только эстетическими соображениями, но и прямой зависимостью безопасности дорожного движения от степени загрязнения транспортного средства. Накопление грязи и водяных брызг на стеклах, зеркалах заднего вида и фарах существенно ухудшает видимость, повышая риск аварийных ситуаций, которые можно избежать с помощью уменьшения степени загрязнения автомобиля. Частые мойки автомобиля с целями очистки его кузова также влияют на качество лакокрасочного покрытия, создавая в нем микротрещины. Таким образом, стремление пользоваться автомобилем безопасно приводит к еще большему загрязнению.

Современные исследования в данной области основываются на признаках аэродинамики и направлены на поиск оптимальных конструктивных решений, таких как аэродинамическая оптимизация его формы. Как показывают современные исследования на эту тему, ключевым фактором, определяющим распределение загрязнений, является характер обтекания автомобиля воздушными потоками, включая образование зон турбулентности в задней части кузова, области колесных арок и зеркал [2]. При этом интенсивность осаждения частиц зависит не только от геометрии транспортного средства, но и от внешних условий, таких как скорость движения, влажность, тип и качество дорожного покрытия.

В последние годы значительное развитие получили методы вычислительной гидродинамики (CFD), позволяющие с высокой точностью моделировать процессы загрязнения кузова на этапе проектирования автомобиля. Применение таких программ, как SiemensStarCCM+, ANSYS Fluent и OpenFOAM, дает возможность анализировать распределение аэродинамических потоков, прогнозировать зоны наибольшего накопления грязи и успешно корректировать конструкцию кузова до создания физического прототипа.

Актуальность исследования подтверждается активным изучением данной области [3]. Анализ текущей ситуации выявляет зоны повышенного загрязнения из-за неоптимальной формы кузова. Для улучшения аэродинамики и снижения загрязнения можно предложить:

– Оптимизацию формы кузова. Уменьшение резких углов и переходов уменьшит турбулентные потоки. Удлинение задней части кузова позволит снизить обратные потоки;

– Для перенаправления воздушных потоков от стекол можно расположить дефлекторы, а для смешения направления потоков воздуха под автомобилем – спойлеры и диффузоры.

– Анализ формы кузова с помощью гидродинамического моделирования позволит выбрать наиболее оптимальную форму кузова перед массовым производством.

Библиографический список

1. Евграфов, А.Н. Аэродинамика автомобиля: учебное пособие. – М.: МГИУ, 2010. – 356 с.

2. Численное моделирование процесса загрязнения коммерческого автомобиля при движении по мокрой дороге/ И.Е. Анучин, Л.Ю. Катаева, Д.А. Масленников, А.В. Тумасов; БТН, 2015. – 157 с.

3. Моделирование загрязнения автомобиля, движущегося в колонне, средствами StarCCM+: научная статья/ Н.Н. Киселева, Д.А. Масленников, Л.Ю. Катаева, Н.А. Лощилова; Фундаментальные исследования, 2014. – 4 с.

УДК 629.331

КИРСАНОВ Д.А., БЕРДНИКОВ Л.А., САМСОНОВ П.В., СОФРОНОВ А.А.

ПАРАЛЛЕЛЬНЫЙ ИМПОРТ АВТОМОБИЛЕЙ В РОССИИ. ПРЕИМУЩЕСТВА И НЕДОСТАТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Параллельный импорт – это ввоз иностранной продукции без согласия производителя. Параллельный импорт завезенного товара, в том числе и автомобилей, считается законным, так как предметы ввоза не являются контрафактными и имеют все необходимые сертификаты и лицензии. Машины обязательно проходят таможенный контроль.

Россия официально позволила ввозить в страну автомобили по параллельному импорту в марте 2022 года. Эти меры связаны с тем, что из-за санкций поставки иномарок были полностью прекращены.

Автомобили, ввезённые в частом порядке через ОАЭ, Иран, Казахстан или по альтернативным маршрутам, можно встретить и в объявлениях о продаже, и в шоурумах дилерских центров. Параллельный импорт позволил продолжить работать в России множеству дилерских центров, таких как BMW, VOLKSWAGEN, TAYOTA, KIA и многие другие иностранные бренды автомобилей. Так же многие физические лица основали целые предприятия, занимающиеся исключительно подбором и доставкой автомобили из-за пределов России.

В условиях санкций прямые финансовые расчёты между юридическими лицами в Европе и России невозможны. Чтобы вывезти автомобиль из Европы, приходится либо самим оформлять покупку в одной из дружественных стран, либо искать посредника, который возьмет на себя ввоз автомобиля в одну из стран ЕАЭС.

Например, автомобили из Японии и Южной Кореи могут импортироваться в Россию через Киргизию, автомобили из Германии – через Иран по Каспийскому морю с прибытием в Актау или Астрахань, европейские автомобили из Китая – через Казахстан. Чем сложнее маршрут и длиннее цепочка контрагентов, тем больше рисков связанных с потерей автомобилей или собственных средств.

Преимущества параллельного импорта

1. У российских автолюбителей появится возможность приобрести иномарку от брендов, на которые наложено эмбарго.

2. При использовании параллельного импорта автомобиль обойдется покупателю дешевле.

3. Благодаря параллельному импорту налажены поставки оригинальных запчастей.

Недостатки параллельного импорта

1. При налаженном процессе импорта постоянно будут требоваться посредники – физические лица. Оформлять поставку дорогих машин на юридических лиц невыгодно, так как для них растаможить машину выйдет намного дороже, чем для физических лиц.

2. Российским покупателям станет недоступна заводская гарантия от производителя.

3. Гарантия на машины от дилера станет платной и, скорее всего, за нее придется отдельно доплачивать.

4. До введения санкций официальные дистрибьюторы могли контролировать и сдерживать цены на иномарки, теперь такой возможности нет.

5. На маршруты поставок также могут быть наложены санкции. Посредники будут возить автомобили обходными путями, что в результате увеличит сроки ожидания и конечную стоимость машины для потребителей.

6. Возникнут трудности с сервисным обслуживанием. Бренды, которые уходят с российского рынка, предпочитают блокировать электронные каталоги запчастей с актуальными данными. Также они блокируют сервисные программные обеспечения, необходимые для диагностики авто.

Проанализировав все преимущества и недостатки данного метода необходимо сделать вывод. Ввоз автомобиля методом параллельного импорта в Российскую Федерацию, путем наличия в цепочке большого числа контрагентов, чреват для исполнителя большими рисками. Уже ввезенные автомобили будут на порядок дешевле для потребителя, чем автомобили, ввезенные тем же методом, но выставленные на продажу в дилерских центрах. Отсутствие заводской гарантии и программного обеспечения для ремонта автомобилей отпугивает большое количество потребителей, но при этом спрос на покупку таких автомобилей несмотря на все недостатки присутствует.

УДК 629.331

КИРСАНОВ Д.А., БЕРДНИКОВ Л.А., САМСОНОВ П.В., СОФРОНОВ А.А.

ПРИЧИНЫ ПОДОРОЖАНИЯ СТОИМОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В первой половине 2024 года средняя стоимость сервисного обслуживания автомобиля в России достигла 9600 рублей. Это на 30% больше, чем за аналогичный период прошлого года, что свидетельствует о заметном росте расходов автовладельцев на поддержание своих машин в исправном состоянии. Наиболее дорогим в обслуживании оказался сегмент автомобилей старше 10 лет. Помимо возраста на стоимость обслуживания автомобиля также влияют следующие факторы.

1. Марка и модель автомобиля. Обслуживание автомобилей премиальных марок, как правило, обходится дороже из-за высокой стоимости запчастей и сложности ремонта.

2. Регион. В крупных городах и мегаполисах цены на услуги автосервиса обычно выше, чем в небольших населенных пунктах.

3. Конкретный автосервис. Разные автосервисы могут предлагать разные цены на одни и те же услуги, поэтому перед обращением стоит сравнить предложения нескольких сервисов.

Согласно аналитике сервисных центров, стоимость ремонта автомобилей в России заметно выросла. В среднем, в зависимости от возраста машины, рост составляет от 26 до 35%. Особенно ощутимо это для автомобилей в возрасте от 10 до 14 лет, где средний чек достигает 10,7 тысяч рублей.

Причины роста цен:

1. Инфляция и экономическая нестабильность: общая экономическая ситуация в стране, инфляция и колебания курса рубля неизбежно влияют на стоимость запчастей, расходных материалов и услуг СТО.

2. Дефицит запчастей и логистические сложности: уход ряда зарубежных брендов с российского рынка привел к дефициту оригинальных запчастей, а сложности с логистикой увеличивают их стоимость.

3. Старение автопарка: средний возраст автомобилей в России растет, а старые машины требуют более частого и дорогостоящего ремонта.

4. Изменение потребительского поведения: автовладельцы стали чаще соглашаться на более широкий перечень услуг, включая дорогостоящий ремонт, вместо покупки нового автомобиля.

Рост конечной стоимости обслуживания и ремонта автомобиля так же обусловлен тем, что ремонтное оборудование так же является продуктом другого государства. Соответственно что бы ремонт был качественный необходимы качественные инструменты, которые способны выдерживать необходимую нагрузку и при этом быть долговечными в использовании. Стоимость таких инструментов и специального оборудования в условиях санкций так же выросла – отсюда и конечный рост цены на обслуживание автомобиля.

Также ощутимый рост стоимости запчастей влияет на конечную стоимость ремонта. Многие станции технического обслуживания (СТО) начали отказывать потребителям в установке запчастей купленных за пределами СТО. Это вызвано тем, что в условиях неконтролируемого потока запчастей из других стран, очень сложно отличить качественную запасную часть от некачественной. В связи с этим все риски по поломке берет на себя СТО, в случае, если запасная часть окажется бракованной, автомобиль вернется на СТО с претензиями – отсюда рост стоимость обслуживания.

Библиографический список

1. Автомобильный журнал INFULLhttps://www.infullbroker.ru/articles/parallelnyy-import-avtomobiley/

2. Автомобильный журнал AUTONEWS. https://www.autonews.ru/news/66043b749a79475d47bb99bb

УДК 629.3.083

КЛЮШКИН А.А., МАКАРОВ В.С.

ПОДГОТОВКА КАДРОВ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ И СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время для создания продуктов автомобилестроительной, станкостроительной отрасли применяются цветные и черные металлы, а также пластики. Многообразие

материалов и технологий их обработки могут поставить ряд задач для осуществления ремонта различных изделий. Требуется, чтобы начальник участка или инженер, составляющих технологическую карту, знали об особенностях материалов. Также при осуществлении ремонта требуется, чтобы инженерно-технический персонал владел стандартами, которые применяются в изделии.

Рассмотрим различные степени сложности ремонта по шкале от 1 до 5, где 1 – это низкая сложность, 5 – самая высокая.

1 – разъединилось резьбовое соединение, требования к ремонту данного дефекта невысокие, требуется обратно сопрячь изделие, при этом в узлах могут быть предъявлены повышенные требования к моменту закручивания соединений, например в колесе автомобиля. Для студентов была бы полезна лабораторная работа, которая состояла бы из серии пяти закручиваний соединений, после чего что бы студенты сравнили номинальный показатель и показатель «памяти рук».

2 – разъединение сварочного соединения. Требования могут быть выше, так как человек, который будет осуществлять ремонт, должен обладать навыками сварки и пониманием различных технологий сварки.

3 – облом вала, болта, шпильки в теле другого изделия. В зависимости от размера разрушенного изделия и тела, где застрял обломанный болт, требуется принимать решение о применение различных способов извлечения. В случаях, когда болт оборвался в пустом корпусе, можно воспользоваться экстрактором или приварить к нему гайку или ручной фрезой сделать шлиц для отвертки. Но если болт оборвался в корпусе, полном горючей жидкостью, сварка и нагрев изделия не подойдут как вариант извлечения. Как один из вариантов образовательного обучения возможна лабораторная работа для того, чтобы у студентов сформировалась компетенция по работе с экстракторами и прочим слесарным инструментом, так как нередко бывает, что при приложении паразитной силы обламывается сам экстрактор.

4 – разрушение или повреждение изделия, которое использовало стандарт, отличный от национального стандарта. Для примера рассмотрим стандарт кареточного узла современного велосипеда. Резьбовые каретки используют стандарт «BSA». Это значит, что резьба такого соединения 1.37 дюймов с шагом 24T (24 нитки на дюйм, что равно 1.058 мм). В нормативно правовых документах, которые применяются на территории нашего государства, такой стандарт не упоминается. Для осуществления ремонта данного узла требуется заказывать оснастку из-за рубежа или же обращаться к услугам ЧПУ станков, для создания той же оснастки или осуществления ремонта.

5 – реверсивное создание детали или узла. При полном разрушении изделия или когда изделие невозможно отремонтировать, требуется разработать заменитель с тем же набором характеристик, как и разрушенное тело. Помимо материалов, из которых была разработана деталь, требуется понимать, какие технологии могут заменить её. К примеру, если это был короб порога автомобиля, его можно изготовить с применением технологии гибки материала. Если же это было изделие более сложной геометрической конфигурации (к примеру, гидроблок автоматический коробки передач) уже могут потребоваться технологии фрезерования металла, а также дополнительные исследования работы этого агрегата.

Сложность работ может быть различной, но будущие инженеры по эксплуатации должны быть владеть навыками разработки технологий ремонта.

Библиографический список

1. Основы технологии производства и ремонта автомобилей: Комплекс учебно-метод.материалов. Ч.6 / В.В. Зеленцов ; НГТУ им.Р.Е.Алексеева. - Н.Новгород : Изд-во НГТУ, 2011. - 210 с. : ил. - Прил.:с.176-210. - Библиогр.:с.175. - 146-04.

2. Технология ремонта кузовов легковых автомобилей :Пер.с фр. / И. Вильжер, Ж.-П. Николя. - М. : Машиностроение, 1988. - 472 с. : ил. - 2-50.

УДК 621.833.6

КОЗИН А. С., ЛЕБЕДНОВ Е.А., СОКОЛОВ А.А.

ДОРАБОТКИ И МОДЕРНИЗАЦИЯ КПП ВАЗ 2108-2191

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Среди наиболее часто встречающихся можно выделить следующие варианты модернизаций: установка дифференциала повышенного трения (самоблокирующийся дифференциал), установка более короткой или длинной главной пары, изменение ряда, установка 6 передачи и установка короткоходной кулисы рычага переключения передач (2).

Для начала разберемся, что обозначают все эти термины и для чего все это нужно. Начнем с самого простого и распространенного – дифференциала повышенного трения.

ДПТ или «самоблок», или самоблокирующийся дифференциал, нужен для того, чтобы передавать крутящий момент от двигателя на оба колеса вне зависимости от нагрузки на колесах. Даже если одно ведущее колесо будет вывешено, а второе будет стоять на земле, вместо того, когда на автомобиле со свободным дифференциалом разгруженное колесо будет вращаться, а загруженное не будет двигаться, на автомобиле с «самоблоком» оба колеса будут вращаться примерно с одинаковой скоростью и с приблизительно одинаковым усилием, передаваемое усилие зависит от степени и вида «блокировки» (1).

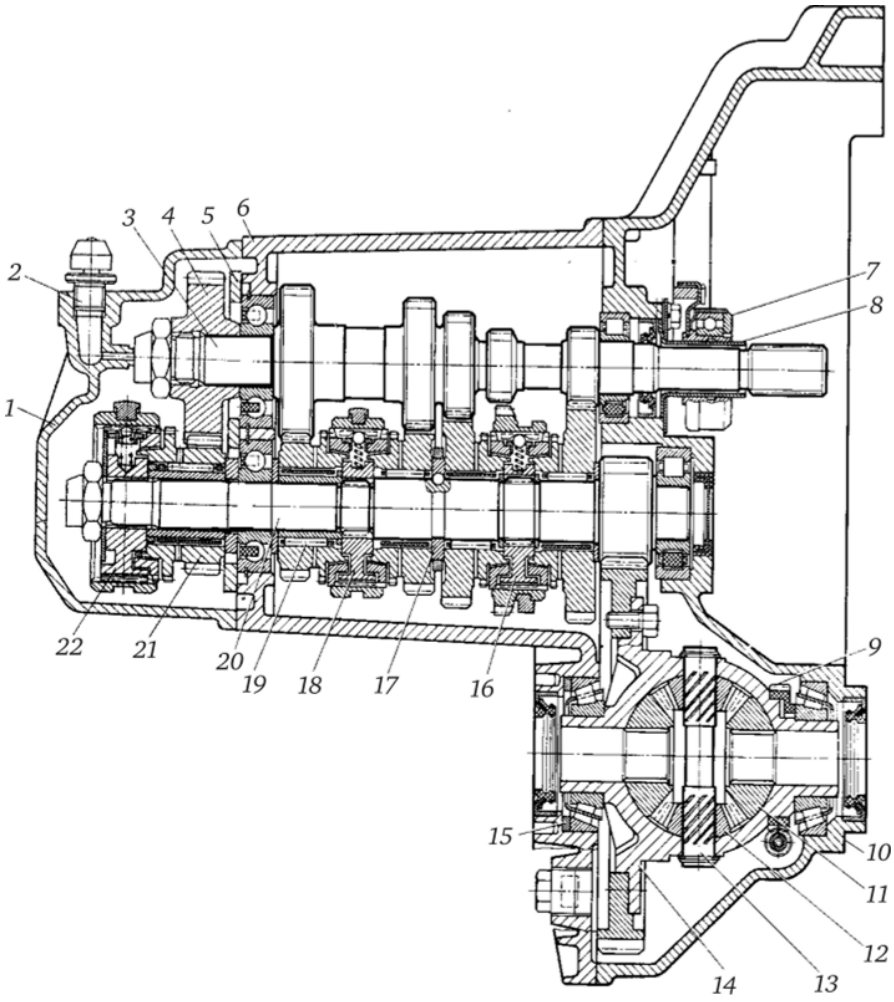


Рис. 1. Внутреннее устройство КПП ВАЗ 2108-2192

Существует два основных вида: дисковая и винтовая, степень блокировки может быть практически любой от 10% до 100%, определяется это, в первую очередь, конструкцией и может настраиваться при сборке дифференциала. Винтовая или червячная блокировка, как правило, обладает меньшей жесткостью (до 70%) и предназначена для использования в городских условиях или на легком-среднем бездорожье при пробуксовке одного колеса, автоматически подключается второе (так же он вкл. при поворотах, в случаях, когда одно колесо проскальзывает на определенный угол относительно другого или начинает вращаться быстрее. Дисковый (фрикционный) − обеспечивает постоянное вращение 2-х колес, рекомендуется использовать на серьезных соревнованиях или только по бездорожью, степень блокировки до 100%. Понятие «степень блокировки» обозначает процентное соотношение передачи крутящего момента от разгруженного колеса на загруженное, чем больше процент, тем более «боевым» считается ДПТ.

Плюсы наличия самоблокирующегося дифференциала: улучшение управляемости, увеличение проходимости автомобиля, улучшение разгонных и динамических характеристик, более устойчивая тяга в поворотах и как следствие – возрастание скорости прохождения поворотов и снижение риска возникновения заноса.

Основными минусами использования самоблока являются повышенный расход топлива, повышенный износ резины и необходимость более частой замены масла в КПП, изменение поведения автомобиля, оно становится более «резким», особенно на дорожных покрытиях со скользким, сыпучем или переменном покрытием.

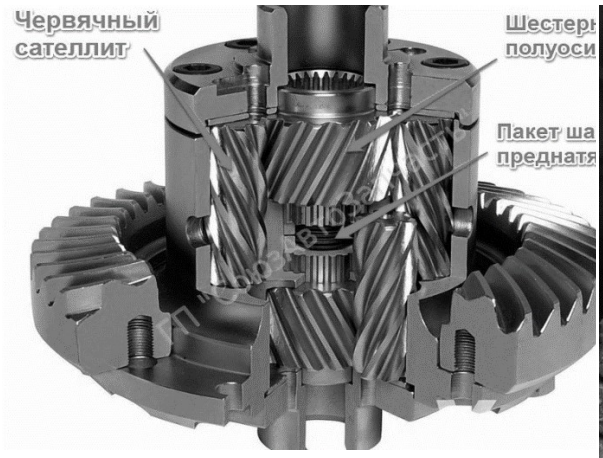


Рис. 2. Внутреннее устройство червячного ДПТ



Рис. 3. Разница в износе шин на автомобиле с ДПТ и без

Далее, на рис. 3 можно увидеть разницу износа шин между покрышками на автомобиле с установленным ДПТ и без него, автомобили и пробег идентичны (Lada Granta 9000 км с дифференциалом, Datsun on-do 10000 км без дифференциала, соответственно) (2).

Рассмотрим, что такое главная пара, что такое «ряд» в КПП и зачем их менять.

Число ГП (главной пары) – соотношение количества зубьев на ведомой шестерне дифференциала к количеству зубьев на ведущей шестерне вала КПП. Чем больше значение, тем она «короче», в первую очередь, это влияет на крутящий момент и максимальную скорость на определенных передачах и оборотах двигателя. Так, например, на Lada Granta с КПП, с главной парой 3,7 максимальная скорость на 1 передаче на 6000 об/мин. составляет около 50 км/ч, в то время, как с ГП 3,9 максимальная скорость составит примерно 40 км/ч. Но несмотря на меньшую максимальную скорость, разгон автомобиля происходит быстрее, т.к. двигателю проще раскручивать КПП и колеса.

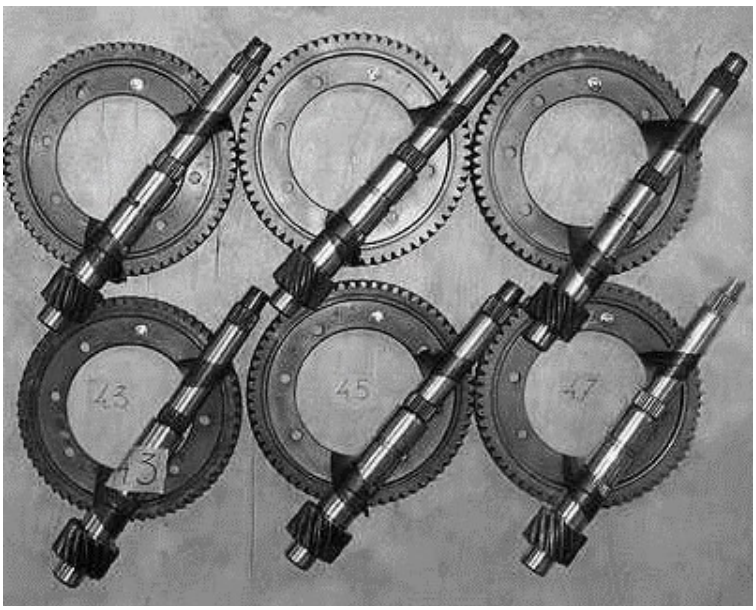


Рис. 4. Варианты стандартных ГП для автомобилей ВАЗ

Чаще всего встречаются пары 3,5, 3,7, 3,9, 4,1, 4,3. ГП 4,3 и 3,5 серийно не устанавливались и являются «тюнингом», наиболее оптимальной парой считается 3,9 (43/11). Также существуют 4,3, 4,5, 4,7, 4,9, 5,1 и 5,3, последние две устанавливались на автомобиль ВАЗ 1111 «Ока», т.к. маломощный двигатель не мог раскрутить обычную «тяжелую» КПП достаточно резво, чтобы не создавать помех транспортному потоку.

Понятие «ряд» применяется для обозначения соотношения «размеров» и передаточных отношений шестерней разных передач в КПП между собой.

Гражданский ряд чаще всего представляет из себя длинную 1,4 и 5 передачи, но короткие 2 и 3, это позволяет в случае необходимости оперативно встраиваться в поток используя 1 передачу для разгона и практически без потери динамики набирать общую скорость потока на 2 и 3 передачах, а затем сохранять ее, используя четвертую на наиболее оптимальных режимах работы ДВС и КПП. Спортивные, любительские ряды могут быть рассчитаны так, чтобы обеспечивать равномерный разгон автомобиля на всех передачах. Для этого передаточные числа некоторых передач изменяются по сравнению со стандартными, в итоге двигатель при разгоне работает в достаточно узком и наиболее удобном для себя диапазоне оборотов (3).

Для полупрофессиональных и профессиональных гонок применяется несколько другая схема: первая передача делается как можно «длиннее». На длинной первой передаче двигатель легко набирает высокую скорость. Остальные передачи наоборот, сближаются, что позволяет оптимально реализовать мощность двигателя. При этом, чтобы не страдать от нехватки максимальной скорости, возможна установка дополнительно 6 передачи.

Вместе с работой над передаточными числами обычно устанавливают укороченную кулису коробки передач, которая позволяет быстрее и четче совершать переключения. Конечно, поначалу короткий ход ручки КПП будет казаться неудобным, однако со временем водитель привыкает и начинает ценить плюсы такого решения: минимум движений, четкость и скорость переключений.

Профессиональный тюнинг коробки передач изменяет характер и улучшает динамику автомобиля. Удобство управления автомобилем и надежность трансмиссии при этом не страдают. И самое главное – тюнинг КПП не требует серьезных финансовых или временных затрат, а при большом желании его можно сделать «на коленке». Так, винтовой ДПТ на июнь 2024 года стоит около 10 тыс. руб. и может быть установлен одним человеком примерно за 4-5 часов «в гараже» (2).

Библиографический список

1. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кустиков А.Д., Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
2. Болотов, А. Научно-популярный журнал Drive 2. 2012 г. выпуск 3422 – 160 с. Серия статей за авторством Козин А.С. «Установка самоблокирующегося дифференциала на автомобиль ВАЗ 2190» 2024 г.
3. Чуднова, А.Ш. Тюнинг, доработки и обслуживание КПП гражданских автомобилей ВАЗ. ИД «Тюнингспорт» - 2008 г. – 422 с.

УДК 621.31

КОЗИН А. С., ЛЕБЕДНОВ Е.А.

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ И СТАБИЛИЗАЦИИ НАПРЯЖЕНИЯ БОРТОВОЙ СЕТИ, ВАЖНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТОКОПРОВОДЯЩЕЙ СМАЗКИ В МЕСТАХ СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОНТАКТОВ СИСТЕМЫ ЗАЖИГАНИЯ НА ПЕРЕДНЕПРИВОДНЫХ АВТОМОБИЛЯХ ВАЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Многие автовладельцы сталкиваются с проблемой низкого напряжения в бортовой сети при запущенном двигателе и недостатки напряжения в момент запуска. Это может быть связано с окислами на электрических контактах, недостаточном сечении проводов или в недостатке точек «массы». В качестве примера рассмотрим автомобиль ВАЗ 2190 Granta. У автомобиля в примере имеется проблема, что при запущенном двигателе и отсутствии сторонних потребителей бортовой компьютер показывает напряжение всего 13,7-13,8 В. хотя при полностью исправной системе в бортовой сети должно быть напряжение 14,3-14,4 В. [1]



Рис. 1. Пониженное напряжение в бортовой сети

Исходя из изложенного мы можем предположить, что есть проблема, связанная с источником питания (генератором) или цепью питания от генератора до аккумуляторной батареи или от АКБ до бортового компьютера. Т.к. цепь от БК до АКБ хорошо защищена и возникновение в ней каких-либо окислов, переломов проводов или чего-то подобного практически невозможна, то проблему следует искать в другом месте.

При подробном осмотре цепи питания аккумуляторной батареи обнаружена ржавчина и «позеленение» на силовой клемме генератора, а также окислы непосредственно на клемме аккумулятора.



Рис. 2. Окисление на силовой клемме генератора и аккумулятора

При осмотре токосъемных щеток и медных колец на роторе генератора проблем не обнаружено. Самым простым и распространенным методом повышения напряжения является очистка клемм от окислов и применение специальных средств, для улучшения токопроводимости и защиты от воздействий внешней среды [2]. Порядок действий для устранения неисправности следующий: необходимо отсоединить клеммы от аккумуляторной батареи и генератора, зачистить от ржавчины и окислов все места через которые происходит контакт крупной шкуркой Р200-Р600, затем смазать эти места специальной смазкой показанной на рисунке выше и собрать цепь питания в обратной последовательности и нанести защитный лак в 2-3 слоя.



Рис. 3. Средства для защиты и профилактики электрических соединений

После выполнения вышеописанных действий нам удалось значительно повысить напряжение в бортовой сети, а именно до 14,4 В, что является нормой [3].


[]

Рис. 4. Напряжение бортовой сети после устранения окислов

Также распространенной проблемой для восьмиклапанных моторов ВАЗ является наличие пропусков зажигания в сырую погоду или после мойки подкапотного пространства. Это связано с несовершенством конструкции модуля зажигания и высоковольтных проводов, в особенности мест соединения проводов с катушкой зажигания.

Одним из способов решения данной проблемы является применение смазок, показанных на рис. 3, совместно с диэлектрической смазкой, которая наносится на изоляторы свечей зажигания. Первая смазка помогает улучшить контакт, а вторая призвана защитить систему зажигания от влаги и «пробоев» искры, что позволяет значительно повысить стабильность работы двигателя во влажных условиях.

Библиографический список

1. Мышкин, Н. К, Кончиц В. В, БиричевС.Ю. : Электрические контакты, ИД «Интеллект» 2008 г. - 560 с.
2. 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.
3. Ревин, А. Lada Kalina / Калина с 2004. Книга, руководство по ремонту и эксплуатации. Издательство – «Третий Рим». 2008 г. - 320 с.

УДК 656

КОНАШИН М.О.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ПОЕЗДА ПРИ ЗАДАННОМ УКЛОНЕ МЕСТНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЧИСЛЕННЫХ МЕТОДОВ

Нижегородский Институт путей сообщения - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Приволжский государственный университет путей сообщения»

Железнодорожный транспорт является ключевым звеном в логистике грузоперевозок, обеспечивая высокую надежность и экономическую эффективность. Однако безопасность движения напрямую зависит от корректного определения скорости поезда на участках с переменным уклоном. Неоптимальные скоростные режимы приводят к повышенному износу оборудования, увеличению тормозного пути и риску аварийных ситуаций.

В работах [1-3] рассмотрены методы решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) для задач транспортной динамики. В [4] предложен подход к оценке рисков на железнодорожных перегонах, а в [5] изучено влияние человеческого фактора на безопасность.

Предлагается математическая модель расчета допустимой скорости на уклонах, основанная на решении СЛАУ тремя методами: Крамера, Гаусса и Зейделя. Модель учитывает сцепной вес, осевую нагрузку и профиль пути, что позволяет минимизировать риски при торможении.

Практическое применение методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ) охватывает широкий спектр задач, и железнодорожная отрасль не является исключением. Ключевым аспектом обеспечения безопасности и снижения рисков аварийных ситуаций является точное определение допустимых скоростных режимов движения поездов на различных участках пути, учитывающих особенности профиля. В частности, необходимо установить предельную скорость на уклонах, при которой применение экстренного торможения гарантирует максимальную сохранность перевозимого груза. Математическая модель этой задачи сводится к СЛАУ, для решения которых существует множество эффективных

численных алгоритмов. Исходные данные о технических характеристиках локомотива представлены в табл.1.

Таблица 1
Исходные данные

Исходные данные			Сцепной вес
Расчетная скорость	Максимальная скорость	Осевая нагрузка	
6	4	1	2400
2	3	2	1450
4	2	5	1550

Для решения систем линейных уравнений, обладающих единственным решением, часто применяют метод Крамера, алгоритм которого основан на вычислении определителей [1, 2]. Альтернативным подходом является метод простой итерации, также известный как метод последовательных приближений, который заключается в итеративном уточнении значения неизвестной величины [3]. В свою очередь, метод Зейделя предоставляет возможность нахождения приближенных значений переменных как в отдельных функциях, так и при решении систем уравнений, включая линейные и нелинейные [4-5].

Для решения сформулированной задачи обратимся к методу Крамера [1]. Первым шагом в данном подходе является вычисление главного определителя матрицы системы.

$$\Delta = \begin{vmatrix} 6 & 4 & 1 \\ 2 & 3 & 2 \\ 4 & 2 & 5 \end{vmatrix} = 6 \cdot 3 \cdot 5 - 6 \cdot 2 \cdot 2 - 2 \cdot 4 \cdot 5 + 2 \cdot 1 \cdot 2 + 4 \cdot 4 \cdot 2 - 4 \cdot 1 \cdot 3 = 50$$

Поскольку определитель системы, равный 50, не равен нулю, мы можем заключить, что этот метод применим для отыскания решения. Далее необходимо перейти к расчету вспомогательных определителей, которые также называют дополнительными:

$$\Delta_1 = \begin{vmatrix} 2400 & 4 & 1 \\ 1450 & 3 & 2 \\ 1550 & 2 & 5 \end{vmatrix} =$$

$$= 2400 \cdot 3 \cdot 5 - 2400 \cdot 2 \cdot 2 - 1450 \cdot 4 \cdot 5 + 1450 \cdot 1 \cdot 2 + 1550 \cdot 4 \cdot 2 - 1550 \cdot 1 \cdot 3 = 8050$$

$$\Delta_2 = \begin{vmatrix} 6 & 2400 & 1 \\ 2 & 1450 & 2 \\ 4 & 1550 & 5 \end{vmatrix} =$$

$$= 6 \cdot 1450 \cdot 5 - 6 \cdot 2 \cdot 1550 - 2 \cdot 2400 \cdot 5 + 2 \cdot 1 \cdot 1550 + 4 \cdot 2400 \cdot 2 - 4 \cdot 1 \cdot 1450 = 17400$$

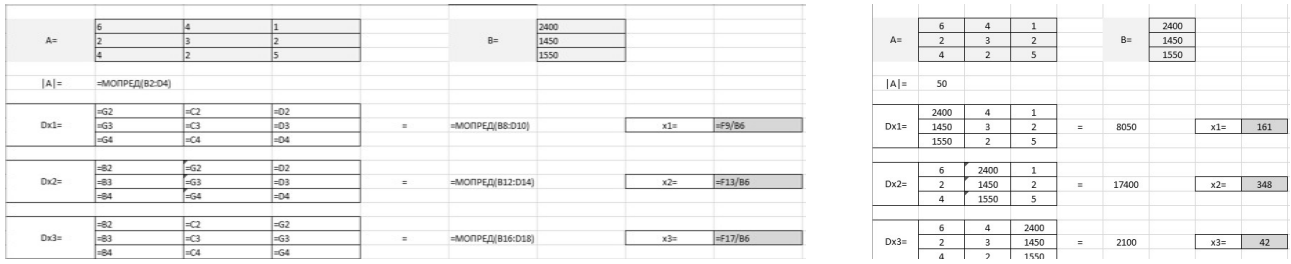
$$\Delta_3 = \begin{vmatrix} 6 & 4 & 2400 \\ 2 & 3 & 1450 \\ 4 & 2 & 1550 \end{vmatrix} =$$

$$= 6 \cdot 3 \cdot 1550 - 6 \cdot 1450 \cdot 2 - 2 \cdot 4 \cdot 1550 + 2 \cdot 2400 \cdot 2 + 4 \cdot 4 \cdot 1450 - 4 \cdot 2400 \cdot 3 = 2100$$

Завершив все вычисления, наступает этап получения окончательных результатов. Он состоит в делении значений вспомогательных определителей на значение главного определителя системы. Именно эта процедура позволяет определить значения неизвестных переменных.

$$x_1 = \frac{\Delta_1}{\Delta} = \frac{8050}{50} = 161;\ x_2 = \frac{\Delta_2}{\Delta} = \frac{17400}{50} = 348;\ x_3 = \frac{\Delta_3}{\Delta} = \frac{2100}{50} = 42$$

Для верификации полученных результатов, воспроизведем весь процесс решения системы уравнений в программе MS Excel. Это позволит нам убедиться в корректности вычислений и подтвердить найденные значения.



A=	6	4	1		B=	2400		
	2	3	2			1450		
	4	2	5			1550		
|A|=	=МОПРЕД(B2:D4)							
Dx1=	=G2	=C2	=D2					
	=G3	=C3	=D3	=	=МОПРЕД(B8:D10)		x1=	=F9/B6
	=G4	=C4	=D4					
Dx2=	=B2	=G2	=D2					
	=B3	=G3	=D3	=	=МОПРЕД(B12:D14)		x2=	=F13/B6
	=B4	=G4	=D4					
Dx3=	=B2	=C2	=G2					
	=B3	=C3	=G3	=	=МОПРЕД(B16:D18)		x3=	=F17/B6
	=B4	=C4	=G4					

а

A=	6	4	1		B=	2400		
	2	3	2			1450		
	4	2	5			1550		
|A|=	50							
Dx1=	2400	4	1					
	1450	3	2	=	8050		x1=	161
	1550	2	5					
Dx2=	6	2400	1					
	2	1450	2	=	17400		x2=	348
	4	1550	5					
Dx3=	6	4	2400					
	2	3	1450	=	2100		x3=	42
	4	2	1550					

б

Рис. 1. Формульное (а) и численное (б) решение (метод Крамера)

Представленные результаты, полученные альтернативным способом (см. рис. 1), полностью совпадают с ранее вычисленными, подтверждая их достоверность.

Применим метод Гаусса для решения системы.

Процесс итераций продолжается до достижения заданной точности, определяющей сходимость решения. Формулы, использованные для реализации метода простой итерации в MS Excel, представлены на рис. 2, *а*. Результаты, полученные с помощью MS Excel, показаны на рис. 2, *б*. Анализируя результаты, представленные на рис. 2, можно заключить, что решение, полученное методом последовательных приближений, полностью согласуется с аналитическим решением, что подтверждает корректность обоих подходов.

Запишем систему в виде расширенной матрицы:

$$\begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 & | & 2400 \\ 2 & 3 & 2 & | & 1450 \\ 4 & 2 & 5 & | & 1550 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 & | & 2400 \\ 4 & 2 & 5 & | & 1550 \\ 2 & 3 & 2 & | & 1450 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 & | & 2400 \\ 4 & 2 & 5 & | & 1550 \\ 0 & 2 & -\frac{1}{2} & | & 675 \end{pmatrix} =$$

$$= \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 & | & 2400 \\ 0 & -2/3 & 13/3 & | & -50 \\ 0 & 2 & -1/2 & | & 675 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 & | & 2400 \\ 0 & 2 & -1/2 & | & 675 \\ 0 & -2/3 & 13/3 & | & -50 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 6 & 4 & 1 & | & 2400 \\ 0 & 2 & -1/2 & | & 675 \\ 0 & 0 & 25/6 & | & 175 \end{pmatrix}$$

$$= \begin{pmatrix} 1 & 2/3 & 1/6 & | & 400 \\ 0 & 1 & -1/4 & | & 337.5 \\ 0 & 0 & 1 & | & 42 \end{pmatrix}$$

Теперь исходную систему можно записать как:

$$x_1 = 400 - (2/3x_2 + 1/6x_3)$$
$$x_2 = 675/2 - (-1/4x_3)$$
$$x_3 = 42$$

$$x_1 = 161$$
$$x_2 = 348$$
$$x_3 = 42$$

Представленные результаты, полученные альтернативным способом (см. рис. 2), полностью совпадают с ранее вычисленными, подтверждая их достоверность.

Для успешного применения метода Зейделя [3] необходимо обеспечить диагональное преобладание матрицы, что достигается путем манипуляций со строками и столбцами. После приведения к нужному виду, уравнения принимают следующую форму:

$$x_1 = 400 - (0.67x_2 + 0.17x_3)$$
$$x_2 = 483.333 - (0.67x_1 + 0.67x_3)$$
$$x_3 = 310 - (0.8x_1 + 0.4x_2)$$

Проиллюстрируем итерационный процесс на нескольких шагах:

Итерация 1 (N=1):

$$x_1 = 400 - 0 \cdot 0.667 - 0 \cdot 0.167 = 400$$
$$x_2 = 483.333 - 400 \cdot 0.667 - 0 \cdot 0.667 = 216.667$$

$$x_3 = 310 - 400 \cdot 0.8 - 216.667 \cdot 0.4 = -96.667$$

Итерация 2 (N=2):

$$x_1 = 400 - 216.667 \cdot 0.667 - (-96.667) \cdot 0.167 = 271.667$$

$$x_2 = 483.333 - 271.667 \cdot 0.667 - (-96.667) \cdot 0.667 = 366.667$$

$$x_3 = 310 - 271.667 \cdot 0.8 - 366.667 \cdot 0.4 = -54$$

Итерация 3 (N=3):

$$x_1 = 400 - 366.667 \cdot 0.667 - (-54) \cdot 0.167 = 164.556$$

$$x_2 = 483.333 - 164.556 \cdot 0.667 - (-54) \cdot 0.667 = 409.63$$

$$x_3 = 310 - 164.556 \cdot 0.8 - 409.63 \cdot 0.4 = 14.504$$

Визуальное представление реализации метода Зейделя в среде MS Excel представлено на рис. 3, *а*, *б*.

A=	6	4	1		B=	2400
	2	3	2			1450
	4	2	5			1550

A=	=B2	=C2	=D2	2400
	=B3	=C3	=D3	=G3
	=B4	=C4	=D4	=G4

A=	=$BS2*A10+B7	=$BS2*B10+C7	=$BS2*C10+D7	2400
	4	2	5	1550
	2	3	2	1450

A=	6	4	1	2400
	4	2	5	1550
	=B12*(-1/2)+B13	=C12*(-1/2)+C13	=D12*(-1/2)+D13	=E12*(-1/2)+E13

A=	6	4	1	2400
	=B15*(-2/3)+B16	=C15*(-2/3)+C16	=D15*(-2/3)+D16	=E15*(-2/3)+E16
	0	2	-0,5	675

A=	6	4	1	2400
	0	2	-0,5	675
	0	-0,6666666666666667	4,333333333333333	-50

A=	6	4	1	2400
	0	2	-0,5	675
	=B24*1/3+B25	=C24*1/3+C25	=D24*1/3+D25	=E24*1/3+E25

A=	6	4	1	2400
	0	2	-0,5	675
	0	0	4,166666666666667	175

A=	=B31/$B$31	=C31/$B$31	=D31/$B$31	=E31/$B$31
	=B32/$C$32	=C32/$C$32	=D32/$C$32	=E32/$C$32
	=B33/$D$33	=C33/$D$33	=D33/$D$33	=E33/$D$33

x1=	=E35-C35*B40-D35*
x2=	=E36-D36*B41
x3=	=E37/D37

а

A=	6	4	1		B=	2400
	2	3	2			1450
	4	2	5			1550

A=	6	4	1	2400
	2	3	2	1450
	4	2	5	1550

A=	6	4	1	2400
	4	2	5	1550
	2	3	2	1450

A=	6	4	1	2400
	4	2	5	1550
	0	2	-0,5	675

A=	6	4	1	2400
	0	-0,6667	4,3333	-50
	0	2	-0,5	675

A=	6	4	1	2400
	0	2	-0,5	675
	0	-0,6667	4,3333	-50

A=	6	4	1	2400
	0	2	-0,5	675
	0	0	4,1667	175

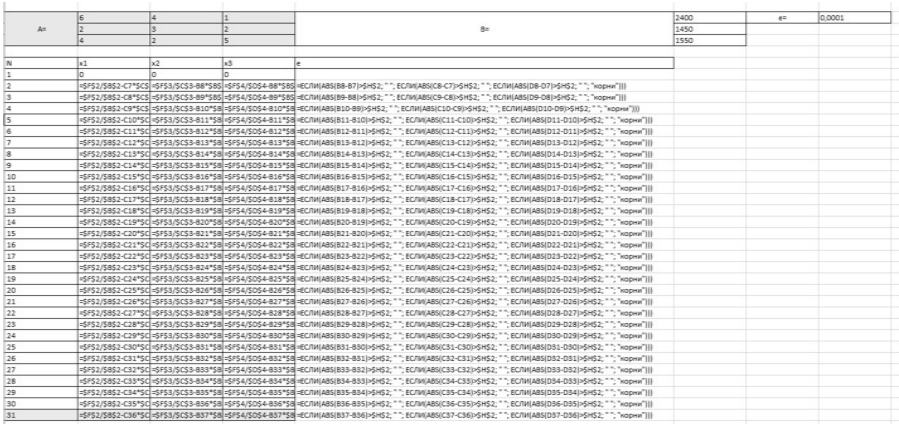
A=	6	4	1	2400
	0	2	-0,5	675
	0	0	4,1667	175

A=	1	0,6667	0,1667	400
	0	1	-0,25	337,5
	0	0	1	42

x1=	161
x2=	348
x3=	42

б

Рис. 2. Формульное (а) и численное (б) решение (метод Гаусса)



A=	6	4	1		2400	e=	0,0001
	2	3	2	B=	1450		
	4	2	5		1550		

N	x1	x2	x3	e
1	0	0	0	
2	=$F$2/$B$2-C7*$C$2-$F$3/$C$3-B8*$B$2	=$F$4/$D$4-B8*$B$4-$F$3/$C$3-C7*$C$4	=$F$4/$D$4-B8*$B$4-C7*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B8-B7)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C8-C7)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D8-D7)>$H$2; " "; "корни")))
3	=$F$2/$B$2-C8*$C$2-$F$3/$C$3-B9*$B$2	=$F$4/$D$4-B9*$B$4-$F$3/$C$3-C8*$C$4	=$F$4/$D$4-B9*$B$4-C8*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B9-B8)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C9-C8)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D9-D8)>$H$2; " "; "корни")))
4	=$F$2/$B$2-C9*$C$2-$F$3/$C$3-B10*$B$2	=$F$4/$D$4-B10*$B$4-$F$3/$C$3-C9*$C$4	=$F$4/$D$4-B10*$B$4-C9*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B10-B9)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C10-C9)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D10-D9)>$H$2; " "; "корни")))
5	=$F$2/$B$2-C10*$C$2-$F$3/$C$3-B11*$B$2	=$F$4/$D$4-B11*$B$4-$F$3/$C$3-C10*$C$4	=$F$4/$D$4-B11*$B$4-C10*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B11-B10)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C11-C10)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D11-D10)>$H$2; " "; "корни")))
6	=$F$2/$B$2-C11*$C$2-$F$3/$C$3-B12*$B$2	=$F$4/$D$4-B12*$B$4-$F$3/$C$3-C11*$C$4	=$F$4/$D$4-B12*$B$4-C11*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B12-B11)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C12-C11)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D12-D11)>$H$2; " "; "корни")))
7	=$F$2/$B$2-C12*$C$2-$F$3/$C$3-B13*$B$2	=$F$4/$D$4-B13*$B$4-$F$3/$C$3-C12*$C$4	=$F$4/$D$4-B13*$B$4-C12*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B13-B12)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C13-C12)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D13-D12)>$H$2; " "; "корни")))
8	=$F$2/$B$2-C13*$C$2-$F$3/$C$3-B14*$B$2	=$F$4/$D$4-B14*$B$4-$F$3/$C$3-C13*$C$4	=$F$4/$D$4-B14*$B$4-C13*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B14-B13)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C14-C13)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D14-D13)>$H$2; " "; "корни")))
9	=$F$2/$B$2-C14*$C$2-$F$3/$C$3-B15*$B$2	=$F$4/$D$4-B15*$B$4-$F$3/$C$3-C14*$C$4	=$F$4/$D$4-B15*$B$4-C14*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B15-B14)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C15-C14)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D15-D14)>$H$2; " "; "корни")))
10	=$F$2/$B$2-C15*$C$2-$F$3/$C$3-B16*$B$2	=$F$4/$D$4-B16*$B$4-$F$3/$C$3-C15*$C$4	=$F$4/$D$4-B16*$B$4-C15*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B16-B15)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C16-C15)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D16-D15)>$H$2; " "; "корни")))
11	=$F$2/$B$2-C16*$C$2-$F$3/$C$3-B17*$B$2	=$F$4/$D$4-B17*$B$4-$F$3/$C$3-C16*$C$4	=$F$4/$D$4-B17*$B$4-C16*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B17-B16)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C17-C16)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D17-D16)>$H$2; " "; "корни")))
12	=$F$2/$B$2-C17*$C$2-$F$3/$C$3-B18*$B$2	=$F$4/$D$4-B18*$B$4-$F$3/$C$3-C17*$C$4	=$F$4/$D$4-B18*$B$4-C17*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B18-B17)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C18-C17)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D18-D17)>$H$2; " "; "корни")))
13	=$F$2/$B$2-C18*$C$2-$F$3/$C$3-B19*$B$2	=$F$4/$D$4-B19*$B$4-$F$3/$C$3-C18*$C$4	=$F$4/$D$4-B19*$B$4-C18*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B19-B18)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C19-C18)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D19-D18)>$H$2; " "; "корни")))
14	=$F$2/$B$2-C19*$C$2-$F$3/$C$3-B20*$B$2	=$F$4/$D$4-B20*$B$4-$F$3/$C$3-C19*$C$4	=$F$4/$D$4-B20*$B$4-C19*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B20-B19)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C20-C19)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D20-D19)>$H$2; " "; "корни")))
15	=$F$2/$B$2-C20*$C$2-$F$3/$C$3-B21*$B$2	=$F$4/$D$4-B21*$B$4-$F$3/$C$3-C20*$C$4	=$F$4/$D$4-B21*$B$4-C20*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B21-B20)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C21-C20)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D21-D20)>$H$2; " "; "корни")))
16	=$F$2/$B$2-C21*$C$2-$F$3/$C$3-B22*$B$2	=$F$4/$D$4-B22*$B$4-$F$3/$C$3-C21*$C$4	=$F$4/$D$4-B22*$B$4-C21*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B22-B21)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C22-C21)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D22-D21)>$H$2; " "; "корни")))
17	=$F$2/$B$2-C22*$C$2-$F$3/$C$3-B23*$B$2	=$F$4/$D$4-B23*$B$4-$F$3/$C$3-C22*$C$4	=$F$4/$D$4-B23*$B$4-C22*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B23-B22)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C23-C22)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D23-D22)>$H$2; " "; "корни")))
18	=$F$2/$B$2-C23*$C$2-$F$3/$C$3-B24*$B$2	=$F$4/$D$4-B24*$B$4-$F$3/$C$3-C23*$C$4	=$F$4/$D$4-B24*$B$4-C23*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B24-B23)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C24-C23)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D24-D23)>$H$2; " "; "корни")))
19	=$F$2/$B$2-C24*$C$2-$F$3/$C$3-B25*$B$2	=$F$4/$D$4-B25*$B$4-$F$3/$C$3-C24*$C$4	=$F$4/$D$4-B25*$B$4-C24*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B25-B24)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C25-C24)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D25-D24)>$H$2; " "; "корни")))
20	=$F$2/$B$2-C25*$C$2-$F$3/$C$3-B26*$B$2	=$F$4/$D$4-B26*$B$4-$F$3/$C$3-C25*$C$4	=$F$4/$D$4-B26*$B$4-C25*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B26-B25)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C26-C25)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D26-D25)>$H$2; " "; "корни")))
21	=$F$2/$B$2-C26*$C$2-$F$3/$C$3-B27*$B$2	=$F$4/$D$4-B27*$B$4-$F$3/$C$3-C26*$C$4	=$F$4/$D$4-B27*$B$4-C26*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B27-B26)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C27-C26)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D27-D26)>$H$2; " "; "корни")))
22	=$F$2/$B$2-C27*$C$2-$F$3/$C$3-B28*$B$2	=$F$4/$D$4-B28*$B$4-$F$3/$C$3-C27*$C$4	=$F$4/$D$4-B28*$B$4-C27*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B28-B27)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C28-C27)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D28-D27)>$H$2; " "; "корни")))
23	=$F$2/$B$2-C28*$C$2-$F$3/$C$3-B29*$B$2	=$F$4/$D$4-B29*$B$4-$F$3/$C$3-C28*$C$4	=$F$4/$D$4-B29*$B$4-C28*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B29-B28)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C29-C28)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D29-D28)>$H$2; " "; "корни")))
24	=$F$2/$B$2-C29*$C$2-$F$3/$C$3-B30*$B$2	=$F$4/$D$4-B30*$B$4-$F$3/$C$3-C29*$C$4	=$F$4/$D$4-B30*$B$4-C29*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B30-B29)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C30-C29)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D30-D29)>$H$2; " "; "корни")))
25	=$F$2/$B$2-C30*$C$2-$F$3/$C$3-B31*$B$2	=$F$4/$D$4-B31*$B$4-$F$3/$C$3-C30*$C$4	=$F$4/$D$4-B31*$B$4-C30*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B31-B30)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C31-C30)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D31-D30)>$H$2; " "; "корни")))
26	=$F$2/$B$2-C31*$C$2-$F$3/$C$3-B32*$B$2	=$F$4/$D$4-B32*$B$4-$F$3/$C$3-C31*$C$4	=$F$4/$D$4-B32*$B$4-C31*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B32-B31)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C32-C31)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D32-D31)>$H$2; " "; "корни")))
27	=$F$2/$B$2-C32*$C$2-$F$3/$C$3-B33*$B$2	=$F$4/$D$4-B33*$B$4-$F$3/$C$3-C32*$C$4	=$F$4/$D$4-B33*$B$4-C32*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B33-B32)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C33-C32)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D33-D32)>$H$2; " "; "корни")))
28	=$F$2/$B$2-C33*$C$2-$F$3/$C$3-B34*$B$2	=$F$4/$D$4-B34*$B$4-$F$3/$C$3-C33*$C$4	=$F$4/$D$4-B34*$B$4-C33*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B34-B33)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C34-C33)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D34-D33)>$H$2; " "; "корни")))
29	=$F$2/$B$2-C34*$C$2-$F$3/$C$3-B35*$B$2	=$F$4/$D$4-B35*$B$4-$F$3/$C$3-C34*$C$4	=$F$4/$D$4-B35*$B$4-C34*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B35-B34)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C35-C34)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D35-D34)>$H$2; " "; "корни")))
30	=$F$2/$B$2-C35*$C$2-$F$3/$C$3-B36*$B$2	=$F$4/$D$4-B36*$B$4-$F$3/$C$3-C35*$C$4	=$F$4/$D$4-B36*$B$4-C35*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B36-B35)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C36-C35)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D36-D35)>$H$2; " "; "корни")))
31	=$F$2/$B$2-C36*$C$2-$F$3/$C$3-B37*$B$2	=$F$4/$D$4-B37*$B$4-$F$3/$C$3-C36*$C$4-$F$2/$B$2	=$F$4/$D$4-B37*$B$4-C36*$C$4-$F$2/$B$2	=ЕСЛИ(ABS(B37-B36)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(C37-C36)>$H$2; " "; ЕСЛИ(ABS(D37-D36)>$H$2; " "; "корни")))

а

A=	6	4	1		2400	e=	0,0001
	2	3	2	B=	1450		
	4	2	5		1550		

N	x1	x2	x3	e
1	0	0	0	
2	400	216,667	-96,6667	
3	271,667	366,667	-54	
4	164,556	409,63	14,5037	
5	124,496	390,667	54,1363	
6	130,533	360,221	61,4855	
7	149,605	342,606	53,2733	
8	162,717	339,34	44,0904	
9	166,425	342,99	39,6641	
10	164,73	347,071	39,388	
11	162,055	349,038	40,7409	
12	160,518	349,161	41,9215	
13	160,239	348,56	42,3848	
14	160,563	348,035	42,3358	
15	160,921	347,829	42,1318	
16	161,092	347,851	41,986	
17	161,102	347,941	41,942	
18	161,049	348,006	41,9585	
19	161,003	348,026	41,9875	
20	160,985	348,018	42,0047	
21	160,987	348,006	42,0082	
22	160,995	347,998	42,0049	
23	161,001	347,996	42,001	
24	161,002	347,998	41,9991	
25	161,002	348	41,9989	
26	161	348	41,9994	
27	161	348	42	
28	161	348	42,0002	
29	161	348	42,0001	
30	161	348	42,0001	
31	161	348	42	корни

б

Рис. 3. Формульное (а) и численное (б) решение (метод Зейделя)

В результате исследования был определен оптимальный тормозной путь локомотива, учитывающий требования безопасности, с применением различных численных методов решения систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Использование численных методов дает возможность не только вычислять тормозной путь на конкретном участке, но и осуществлять оптимальное планирование скорости движения на всем маршруте для множества поездов.

Библиографический список

1. Катаева, Л.Ю. Численные методы решения прикладных задач: учебное пособие. Нижний Новгород, 2014. (С. 60–65)
2. Бурмистрова, Н.А. Системы линейных алгебраических уравнений. Балансовые модели в экономике: учебное пособие / Бурмистрова Н.А., Ильина Н.И.. Омск: Изд. ОмГПУ, 2010. (С. 44–63)
3. Супряткин, М.Д. Применение численных методов при решении экономических задач (статья) / Супряткин М.Д., Катаева Л.Ю. – Нижний Новгород, 2016. (С. 174–176)
4. Цысь, Ю.В. Элементы линейной алгебры и их применение при решении экономических задач / Цысь Ю.В., Долгополова А.Ф. // Современные наукоемкие технологии. – 2013. – № 6. – С. 91–93.
5. Чемодуров, В.Т. Численные методы в строительстве / Чемодуров В.Т., Сеитжелилов М.С. ФГАО ВО “Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского”, Академия строительства и архитектуры. Симферополь, 2016. (С. 36–38).

УДК 621.346

КОРОЛЁВ С.А., ЛЕВИН М.Р., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ДВС

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Porsche никогда не останавливались в развитии идеи ДВС. Они уже проводили эксперименты с новыми видами топлива, с разными присадками, но сегодня они пошли дальше и решили создать шеститактный ДВС.

Они уже показали свой новый патент, но не весь, разумеется. Часть информации остается засекреченной. К примеру, мы не знаем, о какой машине конкретно пойдет речь. Обсудим, как работают такие двигатели.

Новый двигатель Porsche. Мощность увеличивается вдвое в течение шеститактного цикла. Это означает, что каждый поршень работает на 33% чаще, что все связано с новой конструкцией коленчатого вала (рис. 1).

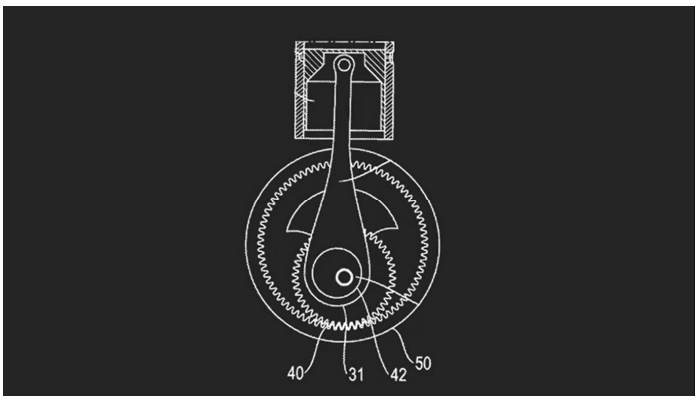


Рис. 1. Коленчатый вал и камера сгорания

Каждый поршень соединен с коленчатым валом через шатун и две новые шестерни. На коленчатом валу есть одна маленькая шестерня, а на самом блоке двигателя большая. При вращении коленчатого вала маленькая шестерня, вращается внутри большей. И это изменяет, насколько далеко поршень может перемещаться вверх или вниз внутри цилиндра. С каждым оборотом в обычном четырехтактном двигателе поршень всегда достигает одной и той же высшей точки, называемой верхней мёртвой точкой, и одной и той же нижней точки, называемой нижней мёртвой точкой.

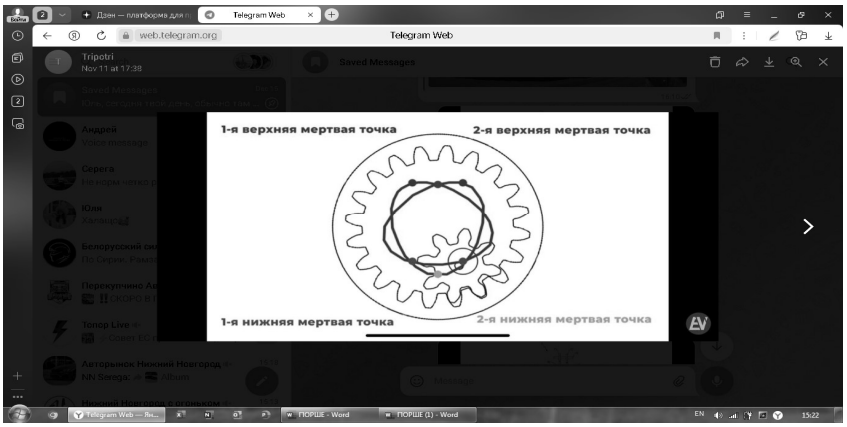


Рис. 2. Особенности коленвала

Новая конструкция позволяет поршню двигаться дальше, вверх и вниз внутри цилиндра на каждом третьем обороте, что позволяет двигателю Porsche всасывать дополнительный воздух и топливо при одновременном удалении выхлопных газов.

Это возможно с помощью дополнительных отверстий, называемых «продувочные отверстия», прорезанных в нижней части каждого цилиндра.

Во время первых трех тактов поршень не опускается ниже этих отверстий. Он просто всасывает воздух, сжимает и сжигает его, как обычный четырехтактный двигатель.

Но на пятом такте шестерни позволяют поршню опуститься ниже этих отверстий на короткий момент. Это означает, что свежий воздух и топливо могут быть нагнетены в цилиндр, в то время как выхлопные газы выталкиваются.

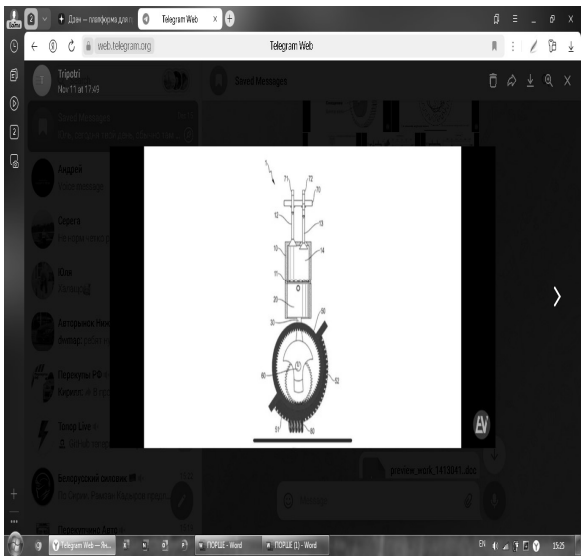


Рис. 3. Червячная шестерня №80

Двигатель Porsche сжимает свежую смесь воздуха и топлива быстрее, чем обычный двигатель. И чем быстрее он сможет сжечь больше топлива и воздуха, а тем большую мощ-

ность он сможет выработать. Этот цикл также имеет потенциал для сокращения выбросов твердых частиц и оксида углерода, поскольку он может использовать второй такт сгорания для сжигания всего топлива, которое осталось в цилиндре. Но есть проблема в такте продувки на холостом ходу: не хватает давления выхлопных газов, но Porsche решил эту проблему добавлением червячной шестерни, которая позволит управлять внешней шестерней и не открывать продувочные отверстия на холостом ходу

1. Патент #12.123.342 USPTO.

УДК 656

КУТЕРГИН Н.Ю., ПЛОТНИКОВ С.А.,СМОЛЬНИКОВ М.В.

ОЦЕНКА ЗНАЧЕНИЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КПД ПРИ РАБОТЕ ТРАКТОРА НА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ БИОТОПЛИВАХ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

В Вятском государственном университете (ВятГУ) в сотрудничестве с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) и Вологодской государственной молочнохозяйственной академией (ВГМХА) ведутся исследования работы сельскохозяйственных тракторов на многокомпонентных биотопливах (МКБТ). Применение таких топлив при агрегатировании сельскохозяйственных машин может взаимно нивелировать отдельные взаимоотличительные свойства для дальнейшего применения без изменения конструкции и регулировок. [1,2]. В результате выполненных исследований были получены данные, произведен их перерасчет и были построены экспериментальные зависимости показателей работы МТА (рис. 1).

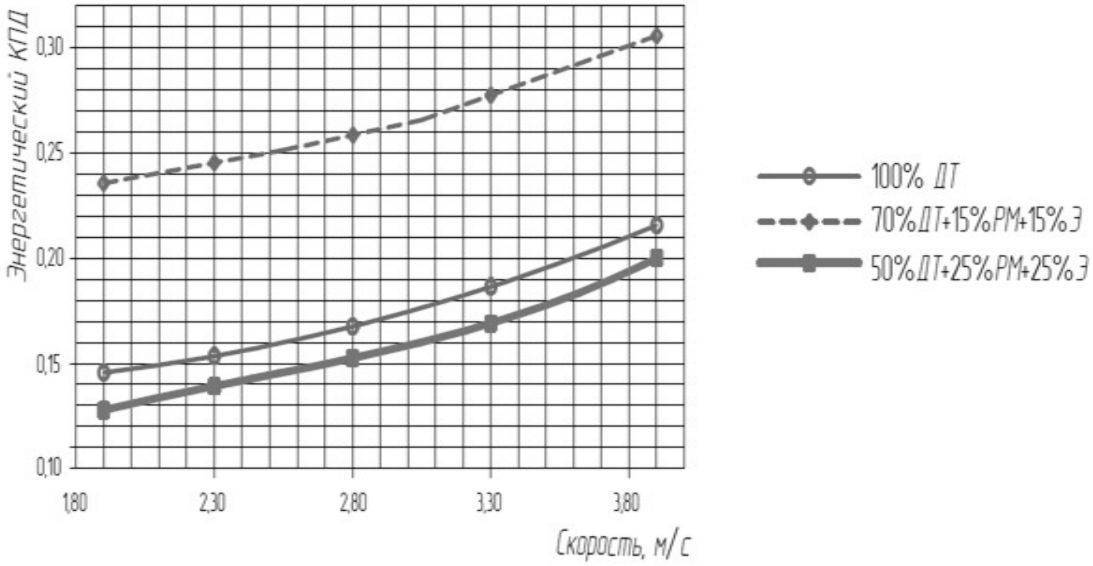


Рис. 1. Зависимость энергетического КПД от скорости движения МТА

Энергетический КПД МТА увеличивается с повышением скорости движения при его работе на чистом ДТ. При содержании в МКБТ до 15% рапсового масла и 15% этанола значение энергетического КПД максимально. А при росте биологических компонентов в МКБТ до 25% энергетический КПД несколько падает ниже уровня, присущего работе МТА на чистом ДТ. На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы:

1. Работа трактора БЕЛАРУС-922 на МКБТ-15 и МКБТ-25 практически не снижает значения энергетического КПД МТА в сравнении с его работой на ДТ.

2. Наибольшее значение энергетического КПД достигается при работе МТА на МКБТ-15.

Библиографический список

1. Плотников, С.А. Модернизация системы питания тракторного дизеля 4ЧН 11,0/12,5 для работы на этаноло-топливной эмульсии / Плотников С.А., Карташевич А.Н., Смольников М.В. Бирюков А.Л. // Молочнохозяйственный вестник. 2017. №2(26) II кв. С. 110-118.

2. Плотников, С.А. Изучение свойств и разработка возобновляемых источников энергии на основе этанола / Плотников С.А., Карташевич А.Н., Гурков Г.Н., Смольников М.В. // Улучшение эксплуатационных показателей сельскохозяйственной энергетики. Мат. IX межд. науч.-практ. конф. «Наука-Технология-Ресурсосбережение». Киров, 2016. С. 120-123.

УДК 629.331

КУЯНОВА И.Д.

АНАЛИЗ СИСТЕМЫ МОТИВАЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ВОДИТЕЛЕЙ ДЛЯ РАБОТЫ НА ПАССАЖИРСКОМ ТРАНСПОРТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время город Нижний Новгород характеризуется плотной и развитой улично-дорожной сетью в городском центре, а также маршрутной сетью общественного транспорта, для которого отсутствуют условия приоритетного использования по отношению к индивидуальному.

В Транспортную стратегию Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года важнейшей задачей является повышение качества предоставляемых услуг населению города при использовании городским пассажирским транспортом общего пользования и объектами транспортной инфраструктуры [3].

Для улучшения качества обслуживания населения и получения данных о мотивации потенциальных водителей для работы на пассажирском транспорте, мною был проведен социальный опрос, который состоял из семи вопросов:

1. Работали ли Вы водителем пассажирского транспорта?
2. За какую заработную плату Вы бы согласились работать водителем пассажирского транспорта?
3. На какое количество часов работы в день Вы согласились бы?
4. Что Вас отталкивает в работе водителя?
5. Проранжируйте от 1 до 10 значение каждого из данных факторов при выборе работы (10 - наиболее важный фактор, 1 - наименее важный):
   - возможность карьерного роста,
   - самореализация,
   - заработная плата, социальный пакет,
   - удобный график работы,
   - время одного рейса,
   - близость к дому,
   - состояние транспортного средства,
   - наличие кондуктора в транспортном средстве,
   - хорошее руководство,

– гигиенический фактор.

6. Какие дополнительные условия работы Вам потребуются, для того чтобы согласится на работу водителя пассажирского транспорта?
7. Согласились бы Вы работать водителем пассажирского транспорта, если бы все условия работы были выполнены?

Этот опрос был размещен в сети Интернет. В опросе приняли участие 66 человек, из них 27 человек указали дополнительные условия, при выполнении которых они бы согласились на работу водителем пассажирского транспорта.

Результаты опроса приведены ниже (рисунок 1-6).

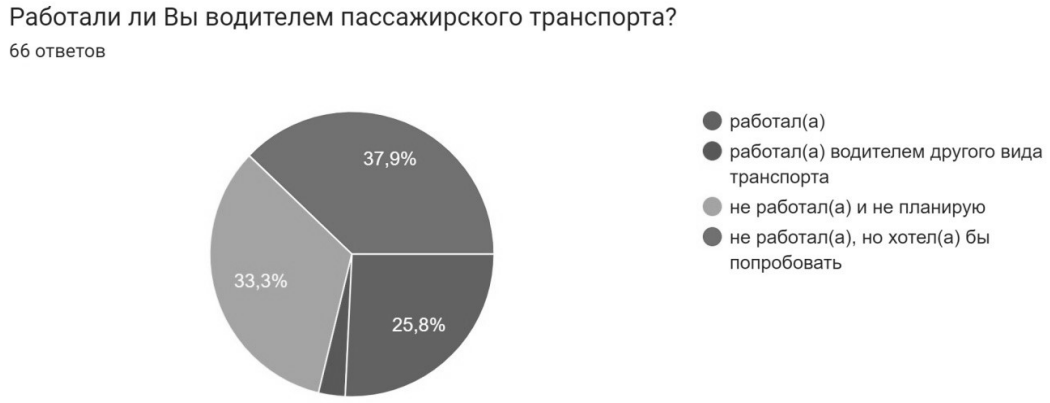


Рис. 1. Работали ли Вы водителем пассажирского транспорта?

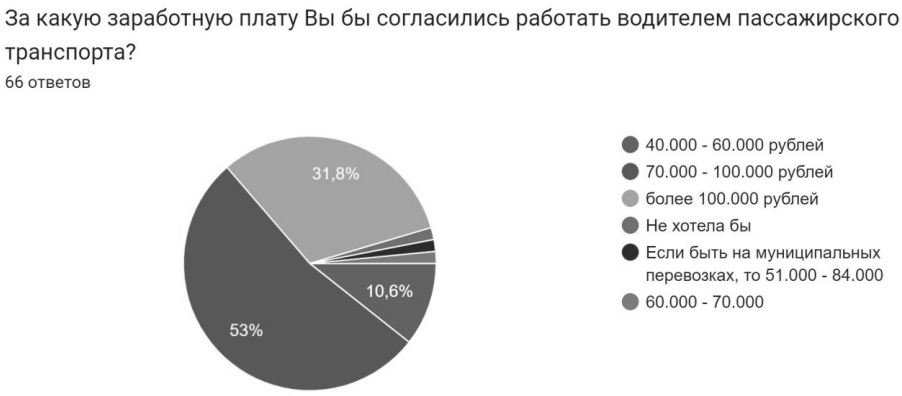


Рис. 2. За какую заработную плату Вы бы согласились работать водителем пассажирского транспорта?

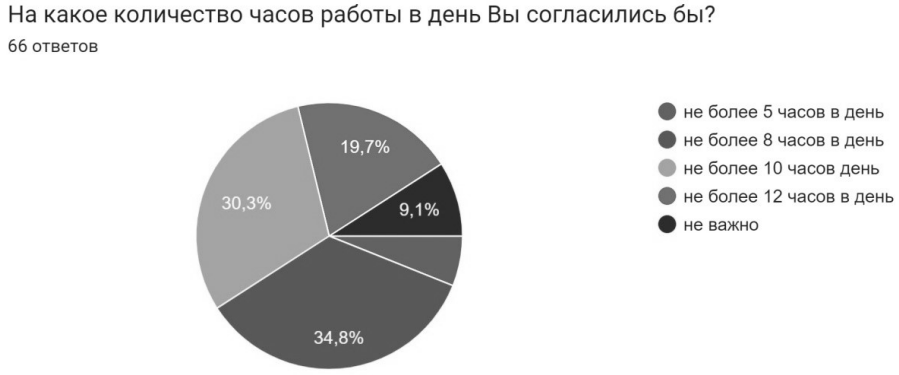


Рис. 3. На какое количество часов работы в день Вы согласились бы?

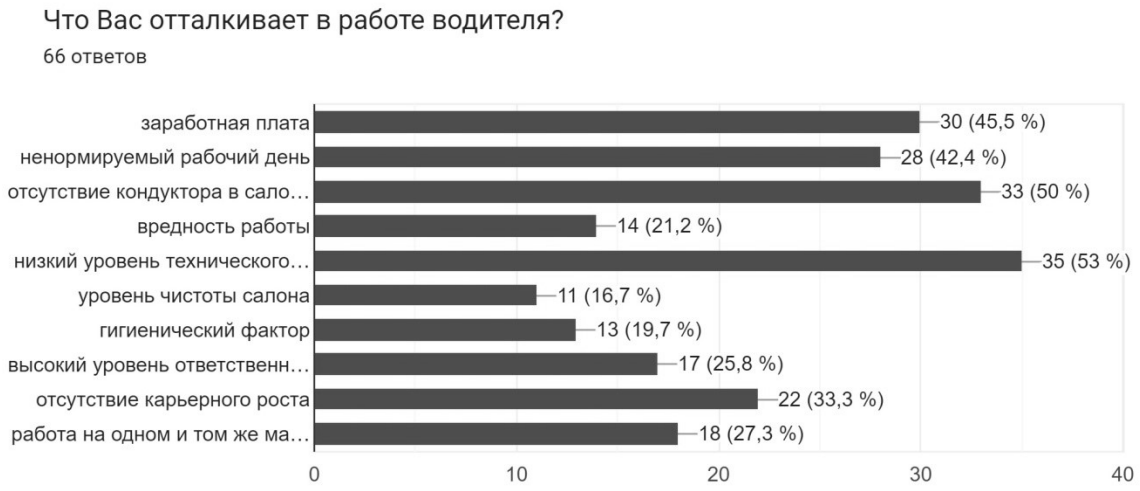


Рис. 4. Что Вас отталкивает в работе водителя?

Больше всего кандидатов отталкивает низкий уровень технического обслуживания, отсутствие кондуктора в салоне транспортного средства и заработная плата.

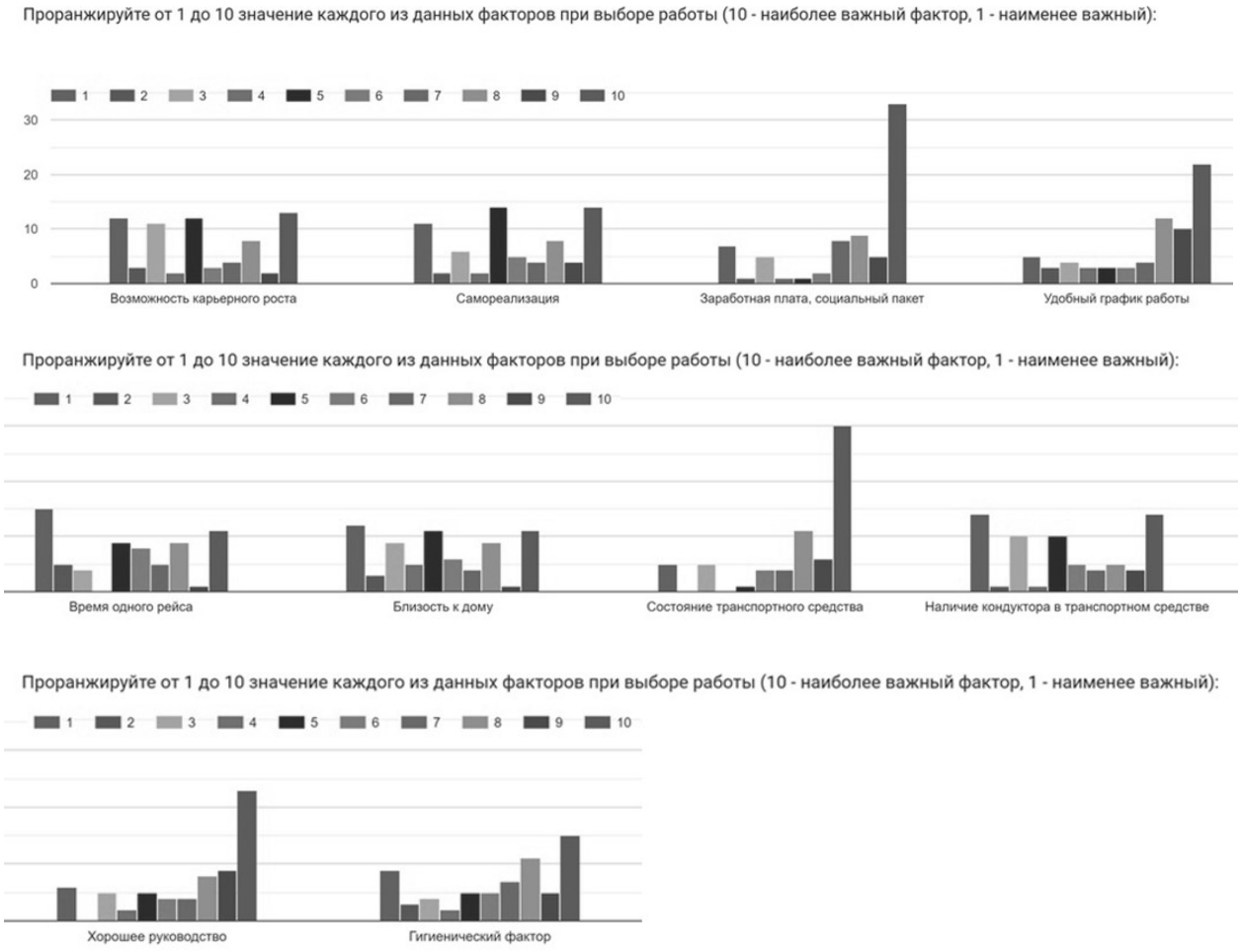


Рис. 5.Проранжируйте от 1 до 10 значение каждого из данных факторов при выборе работы

На данной гистограмме видим, что при хорошем техническом состоянии транспортного средства, достаточной заработной плате, удобном графике работы и адекватном руководстве, кандидат мог бы работать водителем пассажирского транспорта.

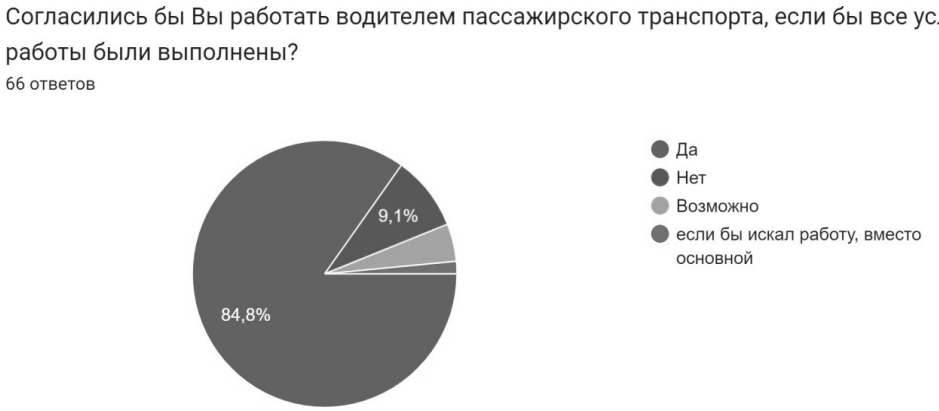


Рис. 6. Согласились бы Вы работать водителем пассажирского транспорта, если бы все условия работы были выполнены?

На вопрос про дополнительные условия труда, при выполнении которых они согласились бы на работу водителем пассажирского транспорта, наиболее частыми ответами были:

1. Наиболее высокий уровень заработной платы.
2. Наличие выделенных полос для движения маршрутных ТС.
3. Нормированный рабочий день и отсутствие переработок. При суммированном учете рабочего времени продолжительность ежедневной работы (смены) водителей не может превышать 10 часов. Увеличение этого времени, но не более чем на 2 часа, допускается при условии соблюдения требований, в целях завершения перевозки и (или) следования к месту стоянки [1].
4. Наличие комнат отдыха на конечных остановках.
5. При отсутствии кондуктора в маршрутных ТС осуществление оплаты проезда производить исключительно бесконтактным способом оплаты.
6. Требование к повышению качества дорожного покрытия.
7. Введение ДМС с целью расширения возможности оздоровления для профилактики профессиональных заболеваний. Проведение исследований (испытаний) и измерений вредных и (или) опасных производственных факторов на рабочих местах водителей осуществляется во время специального рейса при работе на маршруте в эксплуатационном режиме, определенном руководством по технической эксплуатации транспортного средства и должностной инструкцией водителя [2].

Пассажирский транспорт имеет огромное социальное значение, так как играет важную роль в сфере жизнеобеспечения общества. В связи с этим не менее важную роль играет водитель, осуществляющий перевозку пассажиров на маршрутном транспортном средстве, поэтому необходимо не только тщательно подбирать кандидатов на эту роль, но и предоставлять необходимые условия труда для эффективной работы всей маршрутной сети общественного транспорта города Нижнего Новгорода.

Библиографический список

1. Приказ Минтранса России от 16.10.2020 N 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 N 61352).
2. Приказ Минтруда России от 30.06.2017 N 543н "Об утверждении особенностей проведения специальной оценки условий труда на рабочих местах водителей городского наземного пассажирского транспорта общего пользования" (Зарегистрировано в Мин-

юсте России 13.12.2017 N 49229).
3. Транспортная стратегия РФ на период до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года. Утверждена распоряжением Правительства Российской Федерации от 27 ноября 2021 г. № 3363-р.

УДК 656.025

КУЯНОВА И.Д.

ПЕРЕВОЗКА ВЫСОКОПОСТАВЛЕННЫХ ПЕРСОН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Кортеж автомобилей – это процессия специальных моторизированных транспортных средств.

Назначение кортежа автомобилей состоит в быстрой и безопасной транспортировке охраняемого лица при одновременном обеспечении минимальной уязвимости основного автомобиля в различных режимах движения.

Время от времени каждый автомобиль нуждается в текущем, косметическом или профилактическом ремонте. В некоторых случаях машине требуется капитальный ремонт, но лучше до такого не доводить. Небольшой ремонт некоторых видов авто по трудоемкости и затратам сопоставим с капитальным. К таким автомобилям относятся **бронированные модели**, ремонт которых чрезвычайно сложен. Например, броня класса B6/B7, защищающая от стрелкового оружия, утяжеляет автомобиль на 1,5 тонны, что в свою очередь сказывается на скорейшем износе деталей агрегатов и узлов. Одними из самых популярных инкассаторских машин в России являются Wolksvagen, Mercedes и Ford. Большинство из них представлено на базе автомобилей FordTourneo и FordTransit.

Практически все агрегаты и узлы на таких машинах бронированы, поэтому только специально обученный специалист должен снимать и устанавливать детали. Помимо этого, не в каждом автосервисе есть необходимое оборудование, такое как 4-х стоечный подъемник, способный выдержать более 5 тонн, или оборудование для установки и снятия бронестекла, которое весит около 80 кг, например в FordTransit. Стоит заметить, что кузовной ремонт **бронированного Ford** чрезвычайно сложен. Это обусловлено особенностью конструкции модели и установкой бронелистов на кузове бронированного авто. Для обработки брони необходимы специализированные приспособления, ведь при обработке обычным оборудованием броня меняет свои свойства и становится простым металлом без особых защитных свойств. Главной сложностью при кузовном ремонте Ford является необходимость снятия кузовных деталей и бронелистов, а это требует специальных умений и знаний от специалиста автосервиса.

Покраска **бронированного автомобиля** ничем не отличается от покраски простого авто поэтому не требует особых знаний. Даже в обычном автосервисе можно качественно покрасить автомобиль с бронью. Стоит обратить внимание, что инкассаторская машина говорит об имидже банка, поэтому ухоженная, солидная машина, выкрашенная в стиле банка, создает впечатление уверенности и надежности по отношению к деньгам [1].

Движение машин служебного кортежа осуществляется по заранее утверждённому протоколу и плану основного маршрута с учётом действующих инструкций. На случай возникновения на основном маршруте чрезвычайной ситуации предусматриваются запасные маршруты. В отсутствие опасности для охраняемой персоны отклонение кортежа от основного маршрута не допускается. Координация действий водителей и охранников в служебном кортеже осуществляется по внутренней оперативной связи.

В целях максимальной профилактики дорожно-транспортных происшествий с участием кортежей и нападений на кортежи, а также в зависимости от их размеров и значимости их пассажиров, маршруты кортежей могут быть частично или полностью освобождены до-

рожной полицией от транспортных потоков. В международной практике этот метод безопасности применяется только для кортежей глав государств, правительств и религиозных конфессий.

При разработке маршрутов для служебных кортежей стараются по возможности избегать железнодорожных переездов, длинных, узких и разводных мостов, горных серпантинов, путепроводов, тоннелей, ледовых и паромных переправ, в гололедицу – участков дорог с крутыми подъёмами и спусками, а также тех дорог, на которых на время проезда образуются заторы [2].

Полный официальный кортеж автомобилей, организуется по следующей схеме:

- Сигнальный автомобиль специального подразделения полиции - «лоцман». Опережает кортеж автомобилей на 2-5 минут хода с целью проверки трассы в аспекте обеспечения безопасности и условий движения. В нем должны находиться сотрудник службы безопасности и технический специалист ОТО.
- Лидирующий автомобиль специального подразделения полиции (ГАИ). Используется для регулирования уличного движения и проводки кортежа автомобилей по трассе. Этот автомобиль специальной полиции сопровождается сотрудником службы безопасности охраняемого лица, который должен помогать в управлении кортежем и служить связующим звеном с подразделением службы безопасности.
- Автомобиль для представителей службы протокола (помощников охраняемого лица). Используется для транспортировки представителей службы протокола либо помощников.
- Лидирующий (штабной) автомобиль службы безопасности. Этот автомобиль обеспечивает прикрытие основного автомобиля спереди и преграждает путь в случае необходимости. В нем, наряду с сотрудниками службы безопасности, могут также находиться представители приданных сил, обеспечивающих безопасность движения кортежа (для организации взаимодействия).
- Основной автомобиль. Этот автомобиль предназначен для транспортировки охраняемого лица. В нем находятся водитель, являющийся сотрудником службы безопасности, и старший смены группы личной охраны (прикрепленный телохранитель).
- Автомобиль прикрытия службы безопасности (вариант одномашинного прикрытия) (рис.1).

В этой машине находятся водитель, являющийся сотрудником службы безопасности, старший линейный телохранитель, занимающий переднее место, и сотрудники службы безопасности (телохранители), которые размещаются на задних пассажирских сидениях. В нем может также находиться телохранитель, сидящий в специально оборудованной нише, на развернутом в тыловую сторону сидении, если используется многоместный внедорожник или автомобиль с кузовом типа «универсал».



Рис. 1. Автомобиль прикрытия службы безопасности

Данный автомобиль предназначен для бокового и заднего прикрытия основного автомобиля.

В случае использования варианта двухмашинного прикрытия, увеличивается уровень безопасности не только на полосе прямого движения кортежа, а самое главное - на поворотах (прикрытие основного автомобиля с двух сторон).

- Резервный автомобиль (эта машина используется как резерв основного автомобиля).
- Служебный автомобиль (автомобили различного типа, автобусы).

Этот автомобиль (автомобили) используется для перевозки сопровождающих лиц. Также в эту категорию входят автомобили, предназначенные для перевозки представителей СМИ (если имеется такая необходимость).

- Автомобиль скорой помощи (по необходимости).

Как правило, это реанимобиль, который должен быть технически исправен, иметь радио и телефонную связь со службой личной охраны, необходимое медицинское оборудование, медикаменты для оказания экстренной медицинской помощи. Реанимационная бригада, находящаяся в реанимобиле, должна состоять из врача и фельдшера (двух фельдшеров).

Этот автомобиль используется:

-В качестве альтернативных средств эвакуации охраняемого лица с медицинскими целями и в качестве основного средства эвакуации других членов делегации.

-В случае ухудшения состояния здоровья охраняемого лица.

- Замыкающий автомобиль специальной полиции (ГАИ).

Этот автомобиль предназначен для организации регулирования уличного движения и замыкания конфигурации кортежа. При наличии людских ресурсов, в этом автомобиле может ехать сотрудник службы безопасности.

- Мотоциклы (мотоциклетный эскорт). Эти транспортные средства предназначены для:

- организации регулирования движения на перекрестках впереди кортежа автомобилей посредством применения метода движения перекатами;

- обеспечения прикрытия охраняемого лица за счет движения вблизи бортов основного автомобиля (лимузина).

Как правило, мотоциклетный эскорт используется в составе кортежа при официальных визитах. Автомобили с багажом следуют, чаще всего, вне кортежа, если же они включены в состав кортежа, то следуют в конце колонны.

В целях максимальной профилактики дорожно-транспортных происшествий с участием кортежей и нападений на кортежи, а также в зависимости от их размеров и значимости их пассажиров, маршруты кортежей могут быть частично или полностью освобождены дорожной полицией от транспортных потоков. В международной практике этот метод безопасности применяется только для кортежей глав государств, правительств и религиозных конфессий. При разработке маршрутов для служебных кортежей стараются по возможности избегать железнодорожных переездов, длинных, узких и разводных мостов, горных серпантинов, путепроводов, тоннелей, ледовых и паромных переправ, в гололедицу – участков дорог с крутыми подъёмами и спусками, а также тех дорог, на которых на время проезда образуются заторы.

Библиографический список

1. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 16 октября 2020 г. n 424 «Об утверждении особенностей режима рабочего времени и времени отдыха, условий труда водителей автомобилей».
2. Руководство по эксплуатации бронеавтомобиля MercedesGuard.

УДК 656.1

КУЯНОВА И.Д.

КАМЕРЫ ФОТОВИДЕОФИКСАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Работа камер ГИБДД зависит от их типа. Чаще всего на дорогах встречаются радарные комплексы, которые работают по принципу эффекта Доплера. Они посылают в сторону машины электромагнитные волны, которые отражаются от авто с другой частотой, и это фиксируется радаром. Таким образом определяется скорость авто при приближении к радару и удалении от него.

С 1 сентября 2024 года вступили в силу поправки в закон «Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности» [1]:

1. У каждой камеры должен быть сертификат и действующее свидетельство о метрологической поверке.
2. Решение об установке стационарной камеры могут принять и владелец дороги, и власти региона, по территории которого она проходит.
3. Если власти и владелец дороги договорились, решение нужно согласовать с ГИБДД.
4. Принимать решение об отключении, неприменении или демонтаже стационарных камер могут владелец дороги, региональные власти или территориальное подразделение ГИБДД.
5. Информацию о размещении камер публикуют в интернете.

Места, где можно устанавливать видеокамеры в соответствии со статьей 22.1 «Работающие в автоматическом режиме стационарные специальные технические средства, имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи для фиксации нарушений правил дорожного движения, передвижные специальные технические средства, имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи для фиксации нарушений правил дорожного движения, мобильные специальные технические средства, имеющие функции фото- и киносъемки, видеозаписи для фиксации нарушений правил дорожного движения» (введена Федеральным законом от 29.05.2023 N 197-ФЗ (ред. 08.08.2024)) [2]**:**

1) стационарные средства фиксации, передвижные средства фиксации устанавливаются только:

а) на дорогах с выделенной полосой для движения маршрутных транспортных средств в целях контроля за соблюдением правил дорожного движения на такой полосе;

б) на аварийно-опасных участках дорог;

в) на пересечении дорог, где в течение отчетного года произошло четыре и более дорожно-транспортных происшествия с материальным ущербом одного вида, или произошло два дорожно-транспортных происшествия одного вида, или четыре дорожно-транспортных происшествия независимо от их вида, в результате которых погибли или были ранены люди;

г) на автоматических пунктах весового и габаритного контроля;

д) в местах производства работ по строительству, реконструкции, капитальному ремонту, ремонту дорог, а также других работ, требующих введения временных ограничения или прекращения движения транспортных средств по дороге;

е) на пешеходных переходах;

ж) в местах, где запрещена стоянка или остановка транспортных средств;

з) на перекрестках;

и) в местах, определяемых при осуществлении контроля (надзора) в области безо-

пасности дорожного движения;

2) места установки стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации должны располагаться таким образом, чтобы зона контроля таких стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации начиналась на расстоянии не менее 150 - 300 метров от дорожного знака, обозначающего место установки таких стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации;

3) места установки стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации, обеспечивающих контроль за соблюдением правил дорожного движения в границах населенного пункта, должны располагаться таким образом, чтобы зона контроля таких стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации начиналась на расстоянии не менее 100 метров от дорожного знака, обозначающего начало населенного пункта;

4) места установки стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации должны быть обозначены техническими средствами организации дорожного движения, в том числе дорожными знаками, в соответствии с требованиями, установленными Правительством Российской Федерации;

5) передвижные средства фиксации устанавливаются на период до прекращения обстоятельств, послуживших причиной для их использования;

6) зоны контроля различных стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации и (или) мобильных средств фиксации при фиксации одних и тех же видов нарушений правил дорожного движения не должны иметь общие контролируемые участки;

7) особенности технических характеристик стационарных средств фиксации, передвижных средств фиксации или мобильных средств фиксации должны предусматривать возможность передачи данных в федеральный орган исполнительной власти, осуществляющий функции по выработке государственной политики и нормативно-правовому регулированию в сфере внутренних дел, и территориальный орган федерального органа исполнительной власти в сфере внутренних дел в субъекте Российской Федерации;

8) перемещение передвижных средств фиксации с мест их установки в процессе их работы не допускается;

9) фиксация нарушений правил дорожного движения мобильными средствами фиксации допускается только во время участия в дорожном движении транспортных средств, на которых установлены такие мобильные средства фиксации, в пределах дороги.

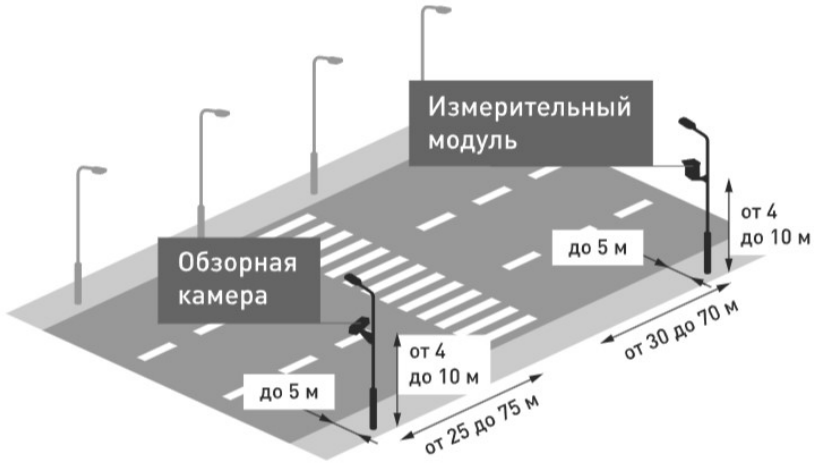


Рис. 1. Варианты размещения

Стационарные комплексы могут контролировать движение одновременно по нескольким полосам движения, в том числе и по встречным. Например, в настоящее время широко применяются следующие комплексы ФВФ: «АвтоУраган», «Скат», «Кордон».

Измерительный модуль устанавливается сбоку от контролируемого участка дороги на расстоянии от 25 до 75 метров до нерегулируемого пешеходного перехода, на высоте от 4 до 10 метров и на расстоянии до 5 метров от края ближайшей контролируемой полосы движения. Обзорная камера устанавливается сбоку от контролируемого участка дороги на расстоянии от 30 до 70 метров до нерегулируемого пешеходного перехода, на высоте от 4 до 10 метров и на расстоянии до 5 метров от края ближайшей контролируемой полосы движения (рис. 1) [3].

Библиографический список

1. Федеральный закон от 08.11.2007 N 257-ФЗ "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации", редакция от 08.08.2024 (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.09.2024).
2. Федеральный закон "Об автомобильных дорогах и о дорожной деятельности в Российской Федерации и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации" от 08.11.2007 N 257-ФЗ (последняя редакция), 8 ноября 2007 года N 257-ФЗ.
3. Комплексы фотовидеофиксации нарушений ПДД. [Электронный ресурс] – Режим доступа: https://olvia.ru/product/complex/skat-pp (Дата обращения: 10.11.2024 г.).

УДК629.113

ЛЕБЕДНОВ Е.А., ЖИЧКИН С.П., БЕРДНИКОВ Л.А., ПРАЗДНИЧКОВ П.О.

СРАВНЕНИЕ ДИЗЕЛЬНОГО И ГАЗОВОГО ДВИГАТЕЛЯ ДЛЯ АВТОБУСА ПАЗ20405

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

У автобусов существуют дизельные и газовые версии ДВС. У дизельного ДВС есть ряд преимуществ, перед газовым, таких как, большой крутящий момент помогает автомобилю ровно и уверенно разгоняться на любой скорости, низкий уровень токсичности вредных выбросов, (CumminsISF 3.8). Минусы у этих ДВС тоже есть, такие как затруднённый пуск в отрицательные температуры, большой вес мотора из-за массивности некоторых деталей, необходимость использования высококачественного топлива, поскольку топливный насос высокого давления весьма чувствителен к составу дизтоплива. Следующий на очереди у нас газовый двигатель: его преимуществами являются экономичность, двигатель работает плавно, ресурс ДВС возрастает из-за уменьшения нагрузки на его основные составляющие, сокращаются выбросы вредных веществ (ЯМЗ 5342 CNG). Однако газ очень опасен и если за ним не следить, то это может привести к серьезным последствиям, также одним из недостатков является цена установки газового оборудования и долгий процесс оформления в ГИБДД. Теперь сравним два типа этих двигателей.



Рис. 1. ВСХ двигателя CumminsISF 3.8 [1]

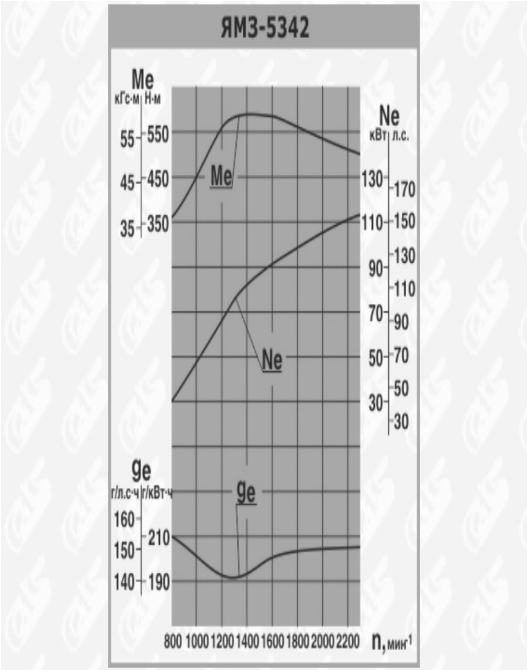


Рис. 2. ВСХ двигателя ЯМЗ 5342 CNG [2]

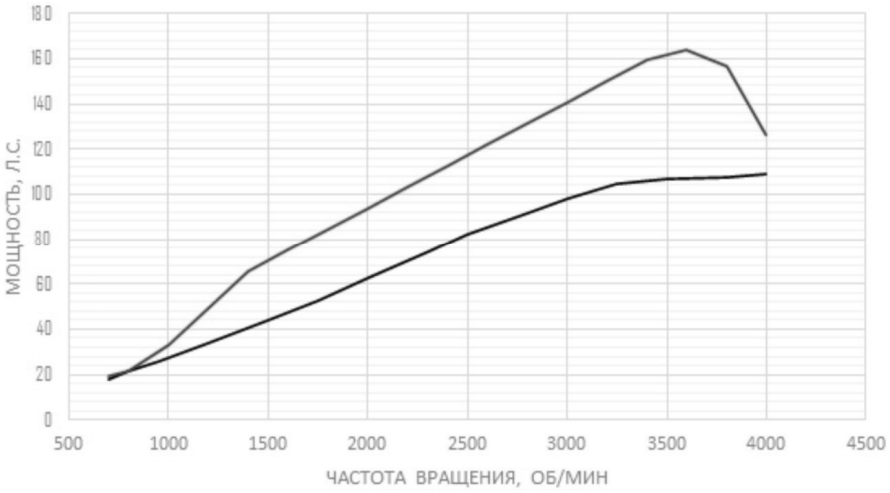


Рис. .3 Сравнение двух ВСХ [3]

Таблица 1

Стоимость некоторых конструктивных элементов.

	Сам двигатель в сборе	Головка блока	Коленчатый вал	Распределительный вал	Поршень (1 шт)
CumminsISF 3.8	615.000	66364	23587	11667	5472
ЯМЗ 5342 CNG	1.891.534	113.975	68750	37643	5286

Расход горючего на газе ЯМЗ 5342 CNG в городском режиме составляет 28 литров на 100 км, по трассе 17–19 л. Производитель заявляет ресурс работы ДВС на границе 550.000 тыс. км. В реальности мотор нуждается в ремонте при меньшем пробеге. На дизельном CumminsISF 3.8 расход топлива приблизительно равен 12–15 л, в зависимости от нагрузки, места движения и других обстоятельств. Ресурс двигателя составляет 500 тыс. километров. К сожалению, мотор также нуждается в капитальном ремонте раньше, чем заявленный ресурс.

Библиографический список

1. ОАО "Автодизель" (ЯМЗ), 2011. - ДВИГАТЕЛИ ЯМЗ-5340, ЯМЗ-5341, ЯМЗ-5342, ЯМЗ-5344 Руководство по эксплуатации 5340.3902150 РЭ. Внешняя скоростная характеристика двигателя ЯМЗ 5342 CNG. с.124-127.
2. Москва Легион-Автодата 2015. - CUMMINS ДВИГАТЕЛЬ ISF3.8 Руководство по ремонту и техническому обслуживанию. Внешняя скоростная характеристика двигателя CumminsISF 3.8. с.246-248.
3. ООО "Павловский автобусный завод" 2016г. - АВТОБУС ПАЗ-320405 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ с.32.

УДК 629.34

ЛЕБЕДНОВ Е.А., ЖИЧКИН С.П., БЕРДНИКОВ Л.А., ПРАЗДНИЧКОВ П.О.

УВЕЛИЧЕНИЕ МОЩНОСТИ И ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ШЕСТНАДЦАТИКЛАПАННОГО ДВИГАТЕЛЯ ВАЗ 21126

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный двигатель внутреннего сгорания является максимально сбалансированным в плане экономичности, приёмистости, экологичности, надежности и других показателей. Такие двигатели в геометрической прогрессии вытесняют старые ДВС с рынка.

В данной статье мы рассмотрим, какими способами можно увеличить мощность и динамические показатели старого ДВС, путём доработки основных элементов двигателя, таких как, оптимизация работы шатунно-поршневой группы и кривошипно-шатунного механизма, системы питания двигателя, системы впуска топливно-воздушной смеси, системы выпуска отработавших газов.

За основу взят двигатель производства Волжского автомобильного завода с маркировкой ВАЗ – 21126. Рядный 4-цилиндровый двигатель, с рабочим объёмом 1.6 л, блок цилиндров по высоте составляет 197,1 мм. Шатунно-поршневая группа изготавливается из кованной стали, диаметр поршня 82 мм, ход поршня 75,6 мм, длина шатуна 133,3 мм. Головка блока цилиндров имеет два распределительных вала, занимающих верхнее положение, таким образом, количество клапанов на цилиндр- 4. Система питания с распределенным впрыском и электронным блоком управления, максимальная мощность 98 л. с. при 5600 об/мин, крутящий момент 145 Н*м при 4000 об/мин.

Самый доступный метод по увеличению мощности двигателя, предполагает работу с электроникой. Штатную версию программного обеспечения меняют на программу гоночных характеристик автомобилей ВАЗ.

Первым же решением увеличения мощности является изменение рабочего объёма двигателя. Такой тюнинг позволит значительно увеличить крутящий момент двигателя. Увеличить его можно путём расточки цилиндров либо увеличением хода поршня. Увеличив объём цилиндров, вы сразу же увеличите мощность двигателя. Основывается это на том, что запас в толщине стенок цилиндров есть и их можно расточить, используя специальный станок. Расточенные цилиндры за одинаковое количество времени будут сжигать наибольшее количество топлива, тем самым усиливая приемистость мотора. Увеличить ход поршня можно при помощи нового коленчатого вала, у которого есть большой эксцентриситет, и подобрав к нему соответствующие поршни и шатуны. Как правило, шатуны в этом случае устанавливаются облегчённые, так как масса в этом случае играет не последнюю роль. Новая поршневая группа позволяет значительно увеличить КПД и соответственно мощность [1].

Доработкой системы впуска является спрямление впускных трактов. Оно было достигнуто использованием отдельных дроссельных заслонок на каждый цилиндр. Таким обра-

зом, система впуска изменилась и называется 4-х дроссельный впуск. При доработке данного мотора использовался комплект горизонтальных дросселей диаметром 46 мм.

Производится проточка впускных и выпускных каналов ГБЦ с целью их увеличения. В итоге диаметр впускных каналов вырастает до 40 мм вместо стандартных 35 мм, а диаметр выпускных каналов до 36мм вместо заводских 30 мм.

Заводские распределительные валы заменены на более производительные и широко фазные, с подъёмом клапанов впуск/выпуск: 10,5 мм/10,5 мм и фазой газораспределения 306 град. Перекрытия клапанов выставлены так, впуск/выпуск: 4,0 мм/3,5 мм. Данное перекрытие клапанов, как выяснилось в результате исследований, оказалось оптимальным, и обеспечило наилучшую наполняемость при продувке цилиндра в мощностных режимах.

На смену заводскому выпускному коллектору пришел усовершенствованный. Диаметр труб 38 мм, длина 600 мм, выход 51 мм. Компоновочная схема 4–1, максимальный момент и мощность будет выдаваться в диапазоне оборотов ближе к высоким.

На рис. 1 показана внешняя скоростная характеристика стандартного двигателя ВАЗ-21126 с различными видами выпускных систем.

Звёздочками обозначена ВСХ двигателя с заводской системой выпуска, по графику видны абсолютно стандартные показания мощности и момента. Сплошными линиями обозначена характеристика двигателя с выпускным коллектором конфигурации 4–1. Из графика видно, что прибавка по мощности составляет порядка 10 л. с., в моменте около 4 Н*м. С учётом того, что в последствии были установлены широко фазные распределительные валы, которые благоприятно сказываются на смесеобразовании и наполнении в режиме работы на повышенных оборотах, то разница в прибавке будет заметнее и что главное – эффективнее [3].

Также увеличение мощности можно добиться путём значительного облегчения маховика. Облегчённый маховик весит всего 4 кг, вместо 8 кг, сохраняя при этом свою прочность. Единственным и безусловным условием является динамическая балансировка облегчённого маховика, произведённая отдельно от коленчатого вала. Самое надежное и эффективное облегчение маховика достигается путем снятия металла с самого большого радиуса маховика. Также необходимо помнить, что маховик несет функцию радиатора. Он забирает и рассеивает тепло, которое вырабатывается при работе сцепления (чем больше радиатор, тем больше эффективность).

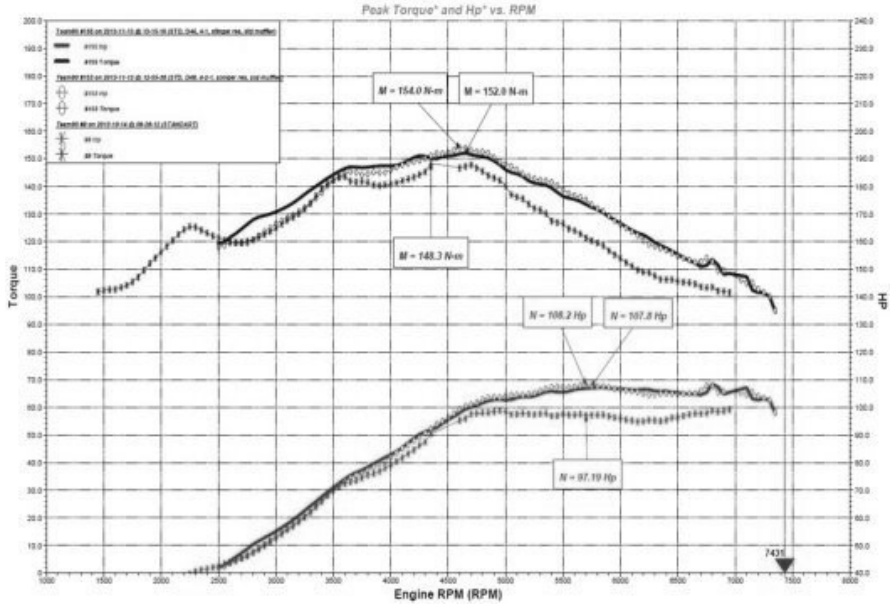


Рис. 1 Влияние формы и конфигурации выпускного коллектора на ВСХ стандартного двигателя ВАЗ-21126 [3]

Система питания. Подборе топливных форсунок большей производительности. Так как мощность мотора безусловно возрастает, то производительности заводских форсунок бу-

дет недостаточно. Для корректной работы мотора необходимо заменить заводские форсунки с производительностью в 137 см^3/мин, на топливные форсунки с большей производительностью 302 см^3/мин. Переоборудование системы датчиков расчёта впускного воздуха. Исключаем из системы датчик массового расхода воздуха и внедряем два других: датчик абсолютного давления во впускном коллекторе и датчик температуры впускаемого воздуха [2]. Суть состоит в том, чтобы создать небольшую, общую камеру, в которой и будет создаваться необходимое разрежение. Калибруем блока управления двигателем под новую конфигурацию мотора. Настройка производится в режиме online и прописывалась как в мощностных режимах работы мотора, так и в режиме экономичной езды, в районе низких и средних оборотов. После проделанных работ мы имеем максимальную мощность двигателя в 210 л. с. при 8000 об/мин и 197 Н*м при 6500 об/мин.

В целом, доработка всей впускной системы, увеличивает ресурс двигателя, так как увеличивается наполнение цилиндра, оптимизируется смесеобразование, таким образом, двигатель начинает работать именно на той смеси, на которой он должен работать. Отсутствуют такие явления, как переобогащение или обеднение воздушно-топливной смеси, которые приводят к повышенным термическим нагрузкам, детонации т. д.

В результате работы можно сделать следующие выводы: двигатели ВАЗ обладают не только большим потенциалом к доработкам и улучшениям, но и имеют достаточно высокий прочностной ресурс, чтобы исправно и с максимальной отдачей работать после всех усовершенствований. Автомобиль по-прежнему пригоден к эксплуатации как в городских, так и в загородных режимах. Влияние всех доработок при грамотной настройке на ресурс двигателя практически не оказывают отрицательного воздействия.

Библиографический список

1. Сингуринди, Э. Г. Авторалли. – М.: ДОСААФ, 1978. − 387 с.
2. Сингуринди, Э. Г. Автомобильный спорт. Ч. 1. – М.: ДОСААФ, 1982. – 408 с.
3. Блудилин, А. И. Пути увеличения мощности двигателя ВАЗ-21126 и их влияние на ресурс и ремонтопригодность / А. И. Блудилин, В. В. Блудилина, В. Г. Дыгало, Л. В. Дыгало. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2017. – № 17 (151). – С. 30-34.

УДК 620.193

ЛЕВИН М.Р., БЕРДНИКОВ Л.А., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

КОРРОЗИЯ АВТОМОБИЛЕЙ: ПРИЧИНЫ, МЕТОДЫ БОРЬБЫ И АНТИКОРРОЗИЙНЫЕ ОБРАБОТКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Коррозия – это процесс разрушения металлов под воздействием химических или электрохимических реакций с окружающей средой. Наиболее распространенной формой коррозии является ржавчина, которая возникает в результате реакции железа с кислородом и влагой. Это естественный процесс для металлов, находящихся на открытом воздухе или в условиях повышенной влажности. Коррозия постепенно ослабляет структуру металла, снижая его прочность и вызывая повреждения.

Коррозия возникает из-за воздействия внешней среды на металл. Главные факторы, способствующие коррозии:

1. Влага. Вода является одним из основных катализаторов коррозии, особенно если она содержит растворенные соли, такие как морская вода или дорожные реагенты, используемые зимой.

2. Кислород. Железо в металле окисляется в присутствии кислорода, образуя оксид железа (ржавчину).

3. Дорожные реагенты. Зимой в городах и на дорогах часто используют соль и химические вещества для борьбы с гололедицей. Эти реагенты ускоряют коррозийные процессы, особенно на нижних частях автомобиля, таких как арки колес и днище.

4. Температурные колебания. Постоянные циклы нагревания и охлаждения вызывают конденсацию влаги в различных полостях кузова, что также способствует коррозии.

Хотя технологии антикоррозийной защиты значительно улучшились, есть несколько факторов, которые делают современные автомобили кажущимися более уязвимыми к коррозии:

- тонкость металла. Для уменьшения веса автомобилей и повышения топливной эффективности производители используют более тонкие листы стали. Более тонкий металл быстрее подвергается повреждениям и, соответственно, коррозии;
- комплексная конструкция кузова. Современные автомобили имеют больше пластиковых и декоративных накладок, под которыми могут скапливаться грязь, вода и соли. Это скрытые места, куда сложно добраться для регулярной чистки, что способствует развитию коррозии;
- экономия на материалах. В целях удешевления производства некоторые автопроизводители могут использовать материалы с меньшей устойчивостью к коррозии, особенно в менее заметных или труднодоступных местах;
- химические реагенты. Современные автомобили сталкиваются с более агрессивной средой, особенно в зимний период. Использование дорожных реагентов и соли существенно ускоряет процесс коррозии;
- экологические ограничения. Для снижения вредного воздействия на окружающую среду автопроизводители используют менее токсичные антикоррозийные покрытия, которые могут быть менее эффективны по сравнению с веществами, использовавшимися в прошлом.

Чтобы предотвратить коррозию и продлить срок службы автомобиля, нужно предпринять меры, перечисленные далее.

1. Регулярная мойка автомобиля, особенно зимой, для удаления грязи и соли с кузова, арок колес и днища.

2. Использование антикоррозийных покрытий. Некоторые автомобили уже с завода получают такие покрытия, но если этого недостаточно, можно провести дополнительную обработку в специализированных сервисах.

3. Осмотр и ремонт повреждений. Любые царапины и сколы на кузове необходимо своевременно устранять, так как они могут стать очагами коррозии.

4. Хранение в сухом месте. Старайтесь держать автомобиль в гараже или под навесом, чтобы уменьшить воздействие влаги.

Антикоррозийная защита существенно продлевает срок службы автомобиля и может предотвратить появление ржавчины на многие годы. Эффективность таких обработок зависит от нескольких факторов:

- качество и регулярность обработки. Даже если автомобиль прошел заводскую антикоррозийную обработку, повторная обработка через несколько лет может улучшить защиту, особенно в регионах с агрессивными условиями эксплуатации;
- условия эксплуатации. Важно учитывать климат, в котором используется автомобиль. В регионах с суровой зимой и обилием дорожных реагентов антикоррозийные покрытия более необходимы;

- тип покрытия. Некоторые покрытия, такие как полимерные или восковые, нужно периодически обновлять, тогда как оцинковка и катодная защита обеспечивают долгосрочную защиту.

Некоторые автолюбители и мастера находят нестандартные способы борьбы с коррозией, особенно если нужно защитить старые автомобили или места, которые сложно обработать стандартными методами. Вот несколько таких необычных методов.

1. Заливка отработанного масла в пороги и скрытые полости.

Использование отработанного моторного масла — один из самых старых методов, особенно для старых автомобилей. Масло создает жирную пленку, которая отталкивает влагу и предотвращает развитие коррозии. Его заливают в пороги, стойки и другие скрытые полости. Однако это временная мера и нужно учитывать несколько нюансов:

- запах. Масло имеет стойкий запах, который может проникать в салон;
- экологические риски. Отработка содержит вредные примеси, и в случае утечек может нанести вред окружающей среде;
- пожароопасность. Отработанное масло горючее, поэтому стоит соблюдать осторожность.

2. Использование воска или парафина.

Некоторые владельцы заливают расплавленный воск или парафин в скрытые полости автомобиля. Воск образует плотный водоотталкивающий слой, защищая металл от влаги. Этот метод особенно популярен в регионах с влажным климатом. Важные факторы:

- прочность покрытия. Воск держится дольше, чем многие стандартные покрытия, особенно в закрытых местах;
- тепловая обработка. Важно следить за температурой нанесения, чтобы воск не испортил другие элементы, например, резиновые уплотнители.

3. Использование преобразователей ржавчины на основе танина или кислот.

Преобразователи ржавчины могут не только удалять коррозию, но и оставлять защитный слой. В состав таких растворов входят танин и кислоты, которые химически связываются с ржавчиной, создавая прочный защитный слой, нейтрализующий коррозию. Такой слой можно использовать даже на поверхностях, которые невозможно зачистить до металла.

4. Обработка полостей с помощью технического масла.

Некоторые владельцы используют техническое масло. Они действуют как влагозащитный слой, предотвращая появление ржавчины. Низкая токсичность метода: в отличие от отработанного масла, оно менее токсично. Требуется частое обновление. Защитный слой со временем смывается, поэтому обработку нужно периодически повторять.

5. Катодная защита с установкой магниевых или цинковых пластин.

Катодная защита активно используется в судостроении и на нефтепроводах, но ее также применяют в автомобилестроении. Суть метода в том, что на корпус автомобиля крепят цинковые или магниевые пластины, которые постепенно «жертвуются» вместо металла автомобиля, замедляя коррозию. Эффективность: метод подходит для долгосрочной защиты, но установка требует точных расчетов и профессиональной установки.

В итоге, своевременная антикоррозийная обработка и правильный уход за автомобилем могут значительно замедлить развитие коррозии и сохранить внешний вид и прочность кузова на протяжении долгого времени.

Библиографический список

1. Бестек, Т. Коррозия автомобилей и её предотвращение / Бестек Т., Бреннек Е., Иванов Е. — Москва: 1985.- 255 С.
2. Гуреев, А.А. Средства защиты автомобилей от коррозии / Гуреев А.А., Шехтер Ю.Н., Тимохин И.А. — Москва: Транспорт, 1983.-208 С.

УДК 656.052

ЛОГИНОВА Т.С., КУЗЬМИН А.Н.

ТЕХНОЛОГИЯ «ГЛОНАСС» ПРИ ОКАЗАНИИ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Эффективно решить задачу оперативного управления выездными бригадами скорой медицинской помощи позволяет использование навигационно-информационных систем, объединяющих возможности спутниковой навигации «ГЛОНАСС», мониторинга и диспетчеризации. При этом не только повышается эффективность самой медицинской помощи, но и сокращаются материальные затраты.

Согласно Порядку оказания скорой медицинской помощи подстанции скорой медицинской помощи организуются с расчетом 20-минутной транспортной доступности. Однако результаты всероссийского социологического исследования, проведенного Росздравнадзором, показали, что нередко больным приходилось ждать прибытия бригады гораздо дольше. Это время можно было бы сократить, если бы диспетчер мог направить на вызов свободную выездную бригаду, находящуюся ближе всего к пациенту. Для этого в момент поступления вызова ему нужно точно знать, где находится каждая из машин скорой медицинской помощи и не занята ли бригада оказанием помощи другому пациенту.

Совмещение навигационной системы «ГЛОНАСС», позволяющей контролировать движение машин скорой медицинской помощи в режиме реального времени, и специализированных систем управления «АДИС», «МИСС 03» обеспечивает оптимизацию всех процессов, происходящих на станциях скорой медицинской помощи, включая максимальное сокращение времени реагирования на вызовы.

На автомобиль скорой помощи устанавливается специальное бортовое оборудование с комплектом дополнительных датчиков и периферийных устройств. С помощью навигационно-связного оборудования определяются координаты транспортного средства, которые поступают на телематический сервер по каналам связи GPRS.

Информация с сервера поступает в диспетчерский центр, где располагаются автоматизированные рабочие места диспетчеров. Если станция скорой медицинской помощи имеет свою специализированную систему управления, навигационный блок интегрируется с ней. Информация с телематического сервера может поступать в единый диспетчерский центр регионального уровня (центр медицины катастроф, центр по чрезвычайным ситуациям).

Таким образом, на уровне водителя осуществляется оперативная связь с диспетчерской службой посредством смс-сообщений или громкой голосовой связи; на уровне диспетчерской службы – оперативный контроль и управление данными; на уровне центра медицины катастроф – обработка аналитической информации для принятия управленческих решений.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н.А. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов // Корчажкин М.Г., Кузьмин Н.А, Кустиков А.Д. Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2019. № 4(97). С. 168.

2. Кузьмин, Н.А. Совершенствование системы сбора информации о работе грузового автотранспорта // Ясенов В.В., Кузьмин Н.А., Кошелев Ю.В. Транспортные системы. 2018. № 3 (9). С. 16-20.

УДК 656

ЛУКОНИН И.А., АНДРЕЕВ Н.Н., КУЛЯЗИН А.Д., КУЗЬМИН Н.А.

РАЗДЕЛЕНИЯ МАРШРУТА ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА И ДОСТАВКА С ВРЕМЕННЫМИ ИНТЕРВАЛАМИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Пытаясь решить проблему с помощью точного метода, мы полностью осознаем, что поиск решения может занять много времени. Я представляю подход SDVRP – это одно из расширений VRP. Он применим для решения многих задач, когда клиенты или точки могут быть посещены более одного раза. Решение было разделено на три этапа. На первом этапе был применен метод покрытия множества точек, чтобы найти наилучшие возможные точки, из которых должны отправляться автобусы. Это позволило автобусам отправляться из выбранных точек, а не из любых точек в наборе. Эти выбранные точки затем были названы отправными точками. Вторым шагом является привязка каждого автобуса к определенной начальной точке, которая была выбрана на первом этапе. Это упростило решение SDVRP. И, наконец, последний шаг был направлен на поиск маршрутов, которые минимизируют общее пройденное расстояние. Цель состоит в том, чтобы обслужить потребность клиента при минимальной стоимости. Преимущество метода заключается в поиске оптимального решения в короткие сроки. Формулировку SDVRP можно определить следующим образом. Пусть S - множество пунктов назначения, в то время как $N = S \in \{p\}$ - множество всех возможных остановочных пунктов для всех транспортных средств, включая отправную точку (p), а M - множество транспортных средств. Итоговая формула $Z = \sum_{i \in N} \sum_{j \in N} \sum_{k \in M} \frac{1}{r} j_{ij} x_{ij}^{k}$.Результаты показывают, что SDVRP формирует в общей сложности 23 маршрута: 12 маршрутов для первого пункта отправления и 11 маршрутов для второго пункта отправления. SDVRP в данном случае был решен за 5 часов. Это решение позволяет сэкономить около 9% стоимости топлива по сравнению с существующими маршрутами и расписаниями.

Таблица 1

Вместимость и количество автобусов

Максимальная вместимость	29	42	43	44	45	46	47
Количество автобусов	10	2	3	3	21	5	5

Конечные точки	Время начала работы	Количество пассажиров на начальных точка						
		1	2	3	4	5	6	7
1	7 утра	3	0	1	8	2	38	2
2	7 утра	18	7	0	6	1	36	0
3	7 утра	42	0	23	0	0	0	25
4	6 утра	7	14	3	5	5	9	3
5	6 утра	7	9	1	9	2	21	3
6	6 утра	34	35	16	92	16	73	8
7	7 утра	56	49	56	11	5	44	16
8	7 утра	42	56	25	31	11	21	24
9	6 утра	31	27	10	26	17	30	8
10	7 утра	39	16	25	0	4	12	5
11	Пол 7 утра	54	24	63	0	11	0	34
12	6 утра	26	34	15	36	12	43	11

График работников в каждой точке

		Начальная точка		Пункт назначения											
		1	2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Начальная точка	1	-	-	24	38	24	23	24	24	34	37	23	25	32	30
	2	-	-	12	31	18	16	9	9	11	25	10	10	25	6
Пункт назначения	1	24	12	-	21	9	8	3	4	17	15	1	4	10	10
	2	38	31	21	-	18	17	22	22	33	38	20	23	30	29
	3	24	18	9	18	-	2	9	10	19	20	8	11	12	16
	4	23	16	8	17	2	-	7	7	18	22	7	8	17	14
	5	24	9	3	22	9	7	-	1	11	20	1	1	13	7
	6	24	9	4	22	10	7	1	-	11	19	2	1	12	7
	7	34	11	17	33	19	18	11	11	-	45	12	10	35	6
	8	37	25	15	38	20	22	20	19	45	-	17	21	8	27
	9	23	10	1	20	8	7	1	2	12	17	-	3	13	9
	10	25	10	4	23	11	8	1	1	10	21	3	-	13	6
	11	32	25	10	30	12	17	13	12	35	8	13	13	-	21
	12	30	6	10	29	16	14	7	7	6	27	9	6	21	-

Таблица времени в пути от начальной до конечной точки

[1] J.H.WilckIVandT.M. Cavalier, 2012. A Construction Heuristic for the Split Delivery Vehicle

УДК 629.331

ЛУЧКО Н.С., АНТОНОВА Ю.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

АНАЛИЗ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ N1

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологии в автомобильной индустрии развиваются очень быстро. Двигатели внутреннего сгорания вот-вот достигнут пика своего развития. Однако всё чаще можно заметить появление автомобилей с электрическими двигателями. Многие видят в них будущее, предполагая, что они более экономичные и экологичные. Это особенно важно, ведь уже стало понятно, одна из главных задач автомобильных перевозок и логистики – снижение стоимости перевозок. В данной статье будет разобрано, какой тип двигателя будет самым выгодным, так ли экономичны и практичны электромобили, и какой автомобиль всё-таки будет более предпочтительным на территории РФ.

За основу были взяты автомобили категории N1, совершающие городские перевозки, а именно ГАЗельNEXT так как они являются самыми распространенными. Также ГАЗельNEXT является самым доступным автомобилем в категории N1 и имеет все нужные модификации.

Здесь будут рассматриваться 4 типа силовых установок, а именно:

- ДВС на дизельном топливе (ISF2.8 Cummins) – 120 л.с.
- ДВС на метане (УМЗ-А274Evotech) – 107 л.с.
- Битопливный ДВС (метан+дизель) (ISF2.8 Cummins) – 120 л.с.
- Электродвигатель (EV2.001.0025) – 136 л.с.

Чтобы установить, какой автомобиль будет экономичнее, необходимо учитывать затраты на топливо (электроэнергию) и затраты на обслуживание. В качестве расчетного периода был выбран один год. Далее были посчитаны затраты на каждый автомобиль за год. В расчетах принято, что каждый из них за год проедет 60000 км.

1. Затраты на топливо

Здесь за основу был взят расход топлива каждого автомобиля и стоимость единицы топлива. Рассматривать эти факторы по отдельности не имеет смысла, так как один показатель следует из другого. Все данные о расходе топлива были взяты из официальной технической документации ГАЗ.

Паспортный расход **дизеля** в городском режиме составляет 10,5 л/100км. Средняя стоимость литра дизельного топлива по стране около 60 рублей. Тогда на 1км пути будет потрачено **(10,5 * 60)/100 = 6,30 руб**. А за год 6,30*60000 = 378 000 руб.

Теперь надо разобраться с **битопливным дизелем**. Для двигателя ISF2.8 Cummins возможно замещение 60% дизеля метаном. Примем, что для замещения 1 литра дизеля необходимо 1,3м^3 метана. Учитывая уже приведенный расход дизельного двигателя 10,5 л/100км, можно выяснить, что на 100км пути данный двигатель израсходует 10,5*0,6*1,3 = 8,2 л метана. Это значение можно округлить до 10 литров, так как в зависимости от режимов эксплуатации пропорция дизель-метан может изменяться в сторону увеличения количества ДТ. Поискав данные на АГНКС, принято, что в среднем литр метана в Нижегородской области стоит 21 рубль. На 100км пути, как уже посчитано, выбранный двигатель израсходует около 10л метана, а дизеля 10,5*0,4 = 4,2 л. Теперь можно посчитать: на 100 км 4,2*60+8,2*21 = 424,2 руб., тогда итоговая стоимость 1км пути составит **4,24 руб**. За год владельцы таких автомобилей потратят 4,24*60000 = 254 520 руб.

Паспортный расход УМЗ-А274Evotech на **метане** составляет 22л/100 км. Тогда тем же путем можно получить **(22*21)/100 = 4,62 рубля** за 1км пути, соответственно 4,62*60000 = 277 200 руб за год.

По данным из технической документации, **электрическая** ГАЗель оборудована тяговой батареей ёмкостью 48 кВт*ч. Производитель заявляет, что на одном заряде аккумулятора можно проехать 100км. Для предприятий установлен тариф 7 руб за 1кВт*ч. Тогда, допустив, что автомобиль будет заряжаться только на обслуживающем его предприятии, можно получить **(48*7)/100 = 3,36 руб за 1км** и 3,36*60000 = 201 600 руб за год.

2. Затраты на обслуживание

Зайдя на сайт официального дилера ГАЗ, можно найти стоимость ТО для всех автомобилей с ДВС. Интересно, что ТО предлагается делать раз в 20000 км. Итак, стоимость ТО автомобиля с двигателем ISF2.8 Cummins составит 19500 руб независимо, установлено ГБО или нет. А для УМЗ-А274Evotech ТО будет стоить 16100 руб.

Стоит учесть, что завод изготовитель не устанавливает ГБО на дизельные двигатели, поэтому стоимость установки надо учесть в затратах. Установить ГБО на двигатель ISF2.8 Cummins стоит 400 000 руб, однако присутствуют государственные субсидии в размере 100 000 руб, поэтому фактически владелец потратит только 300 000 руб. Если распределить эту сумму на 7 лет (нормативный срок службы), то получим 300000/7 = 42 857 руб за год эксплуатации.

Тогда за год на автомобиль с мотором ISF2.8 Cummins уйдет 19500*3 = 58 500 руб, а на 1км 58500/60000 = 0,975 руб. А на битопливный дизель 58500+42857 = 101 357 руб в год и 101357/60000 = 1,69 руб на 1км.

На УМЗ-А274Evotech за год придется потратить 16100*3 = 48300 руб, а на 1 км 48300/60000 = 0,805 руб.

Чтобы определить затраты на обслуживание электромобиля, надо понимать, что ТО-1 с интервалом в 20000 км предполагает замену масла в двигателе, воздушных и масляного фильтра. Однако на электромобиле эти операции не потребуются, поэтому можно сказать, что на плановое ТО он будет приезжать раз в 40000км, то есть 1,5 раза за год. Следовательно, из ТО надо исключить все операции, связанные с ДВС (приведены выше), остальные операции останутся без изменений. Возьмем стоимость ТО для дизельного автомобиля и вычтем стоимость лишних операций и запчастей: 19500-(1500+4000+2200+960+720) = 10120 руб. Далее считаем затраты на обслуживание за год: 10120*1,5 = 15180 руб. А на 1 км пути затраты составят 15180/60000 = 0,253 руб.

3. Стоимость 1 км пути

Очень легко можно получить эту цифру. При расчете затрат на топливо и обслуживание они уже были получены. Остается просто их сложить.

Так, 1км пути на автомобиле с дизелем обойдется в 6,30+0,975 = 7,275 руб.

На битопливном двигателе это 4,24+1,69 = 5,93 руб.

Километр автомобиля на метане будет стоить 4,62+0,805 = 5,425 руб.

На электромобиле в качестве обслуживания будем учитывать замену батареи раз в 5 лет, тогда 1 км пути обойдется в 3,36+0,253 = 3,613 руб.

Итак, все посчитанные данные были сведены в таблицу

Таблица 1

Сравнение экономических показателей

Показатель	ISF2.8 Cummins (ДТ)	ISF2.8 Cummins (ДТ+метан)	УМЗ-А274Evotech (метан)	EV2.001.0025 (электромобиль)
Затраты на топливо/электроэнергию, руб.	378000	254520	277200	201600
Затраты на обслуживание, руб.	58500	101357	48300	15180
Стоимость 1км пути, руб.	7,275	5,93	5,425	3,613

Из таблицы видно, что по всем критериям километр пути на электромобиле будет дешевле остальных рассматриваемых модификаций. Однако было бы интересно после выхода

электромобиля в серийное производство проанализировать затраты на текущий ремонт в течение нормативного срока службы.

Библиографический список

1. Электромобиль ГАЗель e-NN. Руководство по эксплуатации – г. Нижний Новгород, 2020г.
2. Руководство по эксплуатации автомобилей семейства ГАЗельNEXT – г. Нижний Новгород, 2017г.
3. Регламент обслуживания автомобилей семейства ГАЗельNEXT – г. Нижний Новгород, 2017г.
4. Таблица тарифов на электроэнергию – «ТНС Энерго», Нижний Новгород.

УДК 629.331

ЛУЧКО Н.С., АНТОНОВА Ю.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ДВИГАТЕЛЕЙ АВТОМОБИЛЕЙ КАТЕГОРИИ N1

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Без учета затрат на текущий ремонт стоимость эксплуатации электромобиля становится ниже. Однако не стоит забывать, что экономический эффект не единственный. 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.

Рядом с понятием «экологичность» относительно автомобилей с электродвигателем часто применяется утверждение о его большей эффективности по сравнению с ДВС. И действительно, если анализировать эффективность передачи вырабатываемой энергии от двигателя на колеса (так называемый КПД), электромобиль окажется в выигрыше, ведь КПД современных электромобилей достигает 90%, в то время как эффективность современных ДВС редко превышает 40%.

Однако, как уже стало понятно, электроэнергия в основном добывается также путем сжигания того или иного топлива. Итак, в идеальном случае электродвигатель передает на колеса 90% энергии, но эту энергию сначала нужно было выработать и доставить до аккумулятора автомобиля, и на всех этапах доставки энергии до колес автомобиля присутствуют потери, которые надо учитывать. Если рассматривать тепловую электростанцию, её КПД в лучшем случае достигает 35%, то есть на выходе можно получить лишь 35% энергии, полученной от сгорания какого-либо топлива. Далее электричество нужно доставить до трансформаторов. В среднем, на ЛЭП теряется еще 5-20% электроэнергии (все зависит от сезонности и металла, используемого в проводах), также определенные потери есть и при понижении энергии в трансформаторе (2%). От трансформатора энергия доставляется по локальным сетям (розетки) также по проводам, значит, на этом этапе определенная часть также уйдет (1%). Далее стоит учесть, что аккумулятор в автомобиле снова получает заряд по проводам (1%), а это опять потеря энергии. Теперь надо вспомнить, что современные аккумуляторы достаточно эффективны, но не идеальны, а значит, передать на двигатель всю энергию он не сможет (3%). И наконец, только теперь можно вернуться к тем 90%, которые двигатель передаст на колеса.

Итак, учитывая все потери электроэнергии, эффективность электродвигателя с момента выработки электроэнергии не превысит 29,3%. Надо объяснить, что значение КПД для

ДВС в 35% не надо уменьшать, ведь все потери уже учтены, он вырабатывает энергию от сжигания топлива, а не получает её, как электродвигатель.

Возвращаясь к экологичности, можно провести анализ на основе автомобилей, модификация которых приведена далее. 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 12,5 л/100 км. Для расчетов был принят годовой пробег аналогичный пробегу при расчете экономических показателей, а именно 60 000 км.

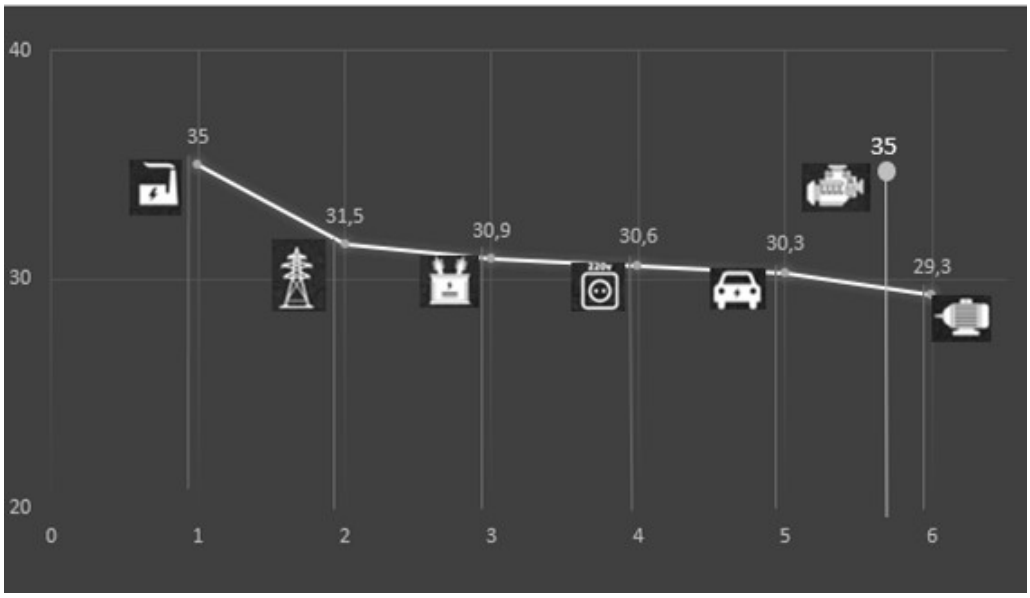


Рис.1. Сравнение КПД электродвигателей и ДВС

Емкость тяговой аккумуляторной батареи согласно руководству по эксплуатации 48кВТ*ч, заявленный пробег на одном заряде 100 км, соответственно удельный расход электроэнергии автомобиля ГАЗ С41R9E будет составлять 480 Вт*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 1

Исходные данные

Параметр	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*-го загрязняющего вещества *Mi* от автомобиля ГАЗ А22R23 за приведенный пробег определяется по формуле:

$$M_{Li} = M_i^L \cdot (L \cdot r_V), \text{г}$$

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.2 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 60000 км и стоит принимать в сравнение с аналогичными показателями автомобиля с ДВС.

Таблица 3

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 ГАЗельNEXT с электродвигателем не является более экологичным и эффективным, чем аналогичный автомобиль с ДВС УМЗ-А274Evotech. 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.

Библиографический список

1. Выбросы углекислого газа в мире [Электронный ресурс]. Режим доступа https://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Выбросы_углекислого_газа_CO2_в_мире_(Carbon_Free_Zone)
2. Методика определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха. Утверждена приказом Минприроды России от 27.11.2019 No 804. [Электронный ресурс]. Режим доступа http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001201912260052?index=1&rangeSize=1 (дата обращения 12.11.2021).
3. Асафьев Стас – Разбираемся с теслой и другими электрокарами [Электронный ресурс]. Режим доступа https://www.youtube.com/watch?v=B7jTIeBSes8
4. Сжигание топлива на крупных установках в целях производства энергии. Информационно-технический справочник по наилучшим доступным технологиям [Текст] / М.: Бюро НДТ. 2017. –271 с.

УДК 629.331

ЛУЧКО Н.С., АНТОНОВА Ю.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

РАЗРАБОТКА НОРМАТИВОВ ТРУДОЁМКОСТИ ОБСЛУЖИВАНИЯ ТЯГОВОЙ БАТАРЕИ АВТОМОБИЛЯ ГАЗЕЛЬ NEXT С ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Трудоемкость ТО и ремонта представляет собой затраты труда на выполнение операции (группы операций) технического обслуживания или ремонта автомобилей и их конструкционных элементов. Измеряется трудоемкость в человеко-часах, человеко-минутах или нормо-часах.

Технологическая карта – специальная форма технологического документа, в которой отражен весь процесс технического воздействия на автомобиль или его конструкционный элемент, указаны в строгой последовательности операции (их составные части), место осуществления технического воздействия, технологическая оснастка, трудоемкости (нормы времени), технические условия и указания.

Технологический эскиз – это пояснительные рисунки, на которых указываются позиция объектов обслуживания, расположение технологической оснастки.

Базовая норма трудоемкости операции ТО или ремонта H_T определяется с учетом коэффициента повторяемости операции k, оперативного времени $t_{оп}$ и долей подготовительно-заключительного времени $a_{пз}$, выделенных отдельно долей времени на обслуживание рабочего места $a_{обс}$ и дополнительно времени $a_{доп}$:

$$H_T = t_{оп}\left(1 + \frac{a_{пз} + a_{обс} + a_{доп}}{100}\right)k$$

Цель: определить норму трудоемкости операции обслуживание тяговой батареи на автомобиле ГАЗельNEXT и разработать операционную карту (описать технологический процесс). С использованием полученного значения $t_{оп}$ (чел-мин) определить норму трудоемкости операций. Произвести корректировку нормы трудоемкости для условий: АТП расположено в г. Нижний Новгород, имеет 51 подобных автомобилей, $a_{пз}$= 15%, $a_{обс}$= 5%, $a_{доп}$= 5%. Произвести корректировку норм трудоемкости.

Расчетное значение трудоемкости обслуживания тяговой батареи на автомобиле ГАЗельNEXT (рис. 1) составило 159 чел-мин.



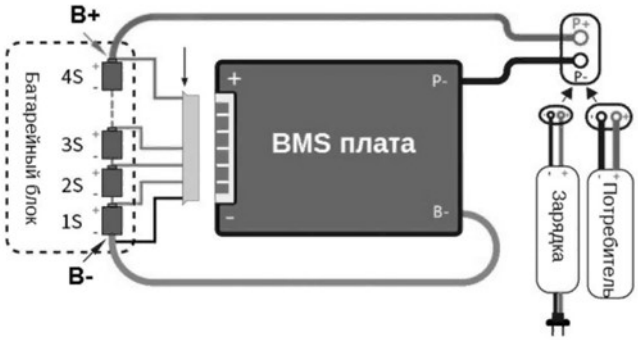


Рис. 1. Тяговая батарея автомобиля ГАЗельNEXT

Расчет и корректировка норм трудоемкости

Базовая норма трудоёмкости операции ТО или ремонта $H_т$ определяется по формуле с использованием исходных данных:

$$H_{\text{Т}} = t_{\text{оп}} \cdot \left(1 + \frac{a_{\text{пз}} + a_{\text{обс}} + a_{\text{доп}}}{100}\right) \cdot k$$

Расчет и корректировка норм для ТО-2:

$$H_{\text{Т ТО2}} = 159 \cdot \left(1 + \frac{15 + 5 + 5}{100}\right) \cdot 0.7 = 139{,}13 \approx 140 \text{ чел} - \text{мин}$$

Корректировка полученного значенияH_Tдля определения реальной трудоемкости диагностической операции (относится к операциям ТО) при заданных условиях осуществляется по формуле:

$$t_{TO-2} = t_2^H \cdot k_2 \cdot k_4$$

t_2^H- нормативная трудоемкость ТО;
k_2- 1.0 (базовая модель автомобиля(бортовой)) модификация подвижного состава;
k_4- 1.19 (находится в диапазоне от 50 до 100) численность парка;
В результате: $t_{TO-2} = 140 \cdot 1 \cdot 1.19 = 166{,}6 \approx 167$ чел-мин.

Библиографический список

1. Электромобиль ГАЗель e-NN. Руководство по эксплуатации – г. Нижний Новгород, 2020г.
2. Руководство по эксплуатации автомобилей семейства ГАЗель NEXT – г. Нижний Новгород, 2017г.

УДК 629.331.1

ЛУЧКО Н.С., КОРЧАЖКИН М.Г.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРИЧИН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ДЕФЕКТОВ РУЛЕВОЙ РЕЙКИ АВТОМОБИЛЯ VOLKSWAGEN POLO SEDAN

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В процессе эксплуатации каждого автомобиля возникают определенные дефекты или отказы конструкционных элементов. В большинстве случаев они вызваны старением материалов или выработкой ресурса детали. Однако часто встречаются дефекты, свойственные определенным маркам и моделям автомобилей, зачастую возникающие из-за конструктивных особенностей дефектуемого узла.

В данном материале будут исследованы дефекты рулевой рейки автомобиля Volkswagen Polo Sedan и предложены методы их устранения. Анализируемая модель взята, как один из самых продаваемых автомобилей на территории РФ, а исследуемый дефект носит массовый характер. На исследование предоставлен автомобиль: Volkswagen Polo Sedan. Год выпуска: 2020. Идентификационный номер (VIN): XW8ZZZ61ZLG033383

При предоставлении автомобиля были заявлены следующие жалобы: стуки при проезде неровностей (ж/д переезд, мелкие неровности) в руле и в районе расположения ног пассажира.

На разрешение исследования поставлены вопросы:

1. Имеются ли у автомобиля неисправности, и каковы причины их возникновения?

2. Какой характер имеют выявленные неисправности и недостатки – заводской или эксплуатационный?

При осмотре ходовой части автомобиля был выявлен люфт в рулевой рейке при воздействии рукой на рулевую тягу (рис.1). Для дальнейшего поиска неисправности было принято решение снять рулевую рейку с последующим её разбором и осмотром на предмет неисправности.



Рис.1. Рулевая рейка на автомобиле

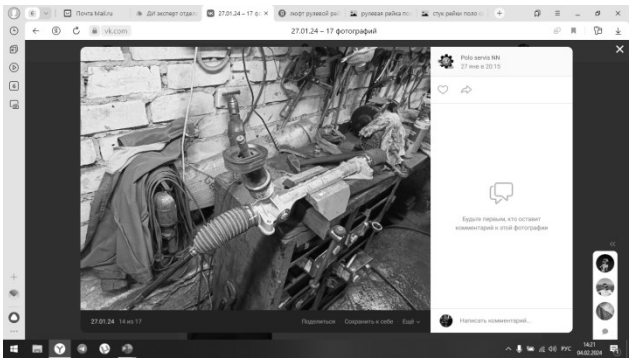


Рис.2. Рулевая рейка после снятия

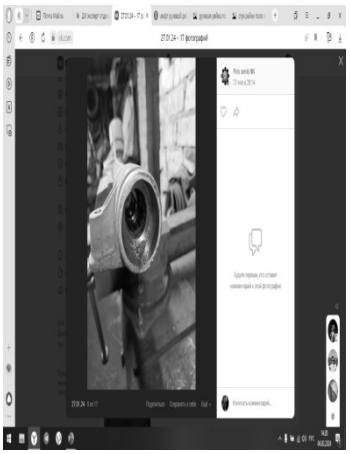


Рис.3. Неисправная втулка

Результаты экспертизы. После снятия рулевой рейки был произведен демонтаж пыльников. При дальнейшем поиске неисправности был выявлен люфт втулки с правой стороны (рис.3).

Причиной неисправности рулевой рейки является повышенный износ правой втулки (пробег автомобиля 75 000 км). Данный дефект является крайне распространенным на моделях Polo Sedan, и его можно отнести к конструкционным, так как повышенный износ является причиной не оптимально подобранного материала втулки и её конструкции. Вследствие этого наступает преждевременный износ детали (рис.4). Также в соединении с корпусом рейки втулка имеет недостаточный натяг, что также является причиной люфта. Описанный выше дефект устраняется установкой новой втулки из фторопласта увеличенного диаметра со сменой смазочного материала рейки (рис.5). После данной процедуры жалобы на стуки ушли. Как показывает практика, износ новых втулок наблюдается не раньше, чем через 120 000 км пробега после замены.



Рис.4. На заводской втулке наблюдается сильный износ и деформация

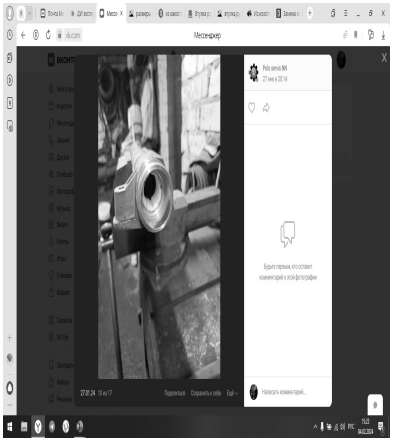


Рис.5. Новая втулка, установленная на рейку



Рис.6. Заводские параметры втулки

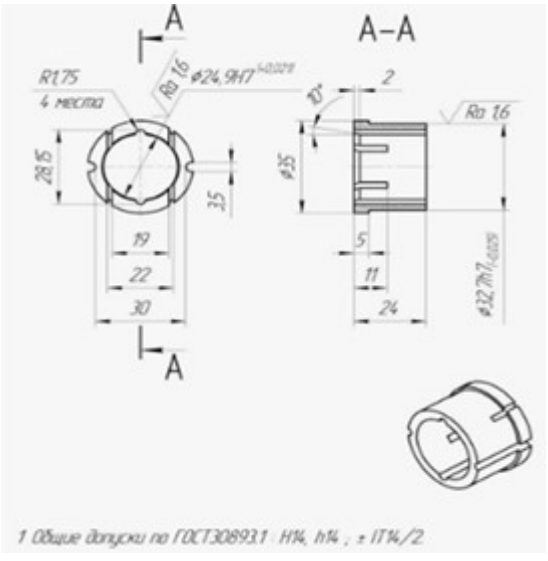


Рис.7. Параметры новой втулки

Выводы

1. В ходе исследования у автомобиля был выявлен люфт рулевой рейки вследствие повышенного износа и деформации правой втулки.

2. Данная неисправность носит заводской характер, так как материал изделия, имеющего дефект подобран не оптимально, вследствие чего и возникает повышенный износ, а также люфт возникает из-за недостаточного натяга в соединении корпуса рейки и втулки.

3. В качестве мероприятия по предотвращению/устранению дефекта целесообразно предложить переборку рулевой рейки с заменой заводских втулок на каждом автомобиле данной модели.

Библиографический список

1. VolkswagenServiceTraining. Программа самообучения 471 – Polo (седан). - VOLKSWAGENAG, Вольфсбург, Brieffach, 1995.
2. 38436 Wolfsburg. Перевод и вёрстка ООО «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус».

УДК 629.3.065.5

ЛЫСОВ А.М., БЕРДНИКОВ. Л.А., САМСОНОВ П.В., СОФРОНОВ А.А.

РЕНТАБЕЛЬНОСТЬ ВВЕДЕНИЯ МЕХАНИЗИРОВАННОЙ СТРУЙНО-ЩЕТОЧНОЙ МОЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ТУННЕЛЬНОГО ТИПА НА АТП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Уборочно-моечные работы (УМР) предназначены для содержания автомобиля в чистом и опрятном состоянии, что является одним из обязательных условий соблюдения санитарных правил при пассажирских перевозках и транспортировании различных грузов. Своевременная мойка автомобилей способствует сохранению лакокрасочных покрытий, а также позволяет обнаружить появившиеся неисправности.

В процессе эксплуатации автомобилей под влиянием атмосферных воздействий, солнечных лучей, окружающей среды лаковая плёнка окраски кузова постепенно тускнеет и становится матовой. На окрашенной поверхности появляются глубокие трещины, в которые попадает грязь, соли и химикаты, образующие вместе с дорожной грязью смесь, которая создаёт условия для интенсивной коррозии металла. Внутренняя обивка кузова, подушки сидений, спинки и пол загрязняются пылью, мусором, а платформа грузовых автомобилей остатками перевозимого груза. Особенно подвержены загрязнению снизу шасси автомобиля.

Мойка входит в обязательный перечень ежедневного обслуживания и очень важна как на больших автотранспортных предприятиях, так и для организации коммерческих предприятий автотранспорта. Мойка необходима любому предприятию, проводящему техническое обслуживание автомобиля.

Преимущества туннельных моек:

- высокая производительность. Конвейер пропускает до тысячи автомобилей в сутки;
- простота использования;
- наименьшие расходы, среди аналогичных услуг.

Недостатки:

- туннельные мойки стоят дорого. Также предстоят большие вложения в землю и коммуникации;
- необходим большой участок;
- необходимо строить комплекс с нуля;
- комплекс требует постоянного присутствия квалифицированного персонала для обслуживания и срочного ремонта.

Несмотря на большие вложения, потери быстро окупятся.

Таблица 1
Расчет на мойку для 100 автомобилей

	Ручная мойка	Туннельная мойка	Выгода
Вода ,куб.м.	24	33	-18%
Электроэнергия, кВТ	60	64	7%
Моющий раствор, л	0,9	1,1	-18%
Время, ч	50	4,17	1199%
Оплата работникам, руб	26 785,71	2 233,93	1199%
Очистные сооружения	2 500	3 300	-24%
Цена за помыв 100 машин	30 506,51	4 813,23	634%

Из таблицы видно, что себестоимость мойки вручную в 6 раз дороже, чем та же операция на туннельной мойке. При этом время, затраченное на выполнение, в 12 раз меньше.

Еще одним преимуществом тоннельных моек является то, что новые поколения имеют возможность быть переоборудованы из для грузового транспорта (пассажирского) в легковой транспорт. Что сильно повышает маневренность на АТП.

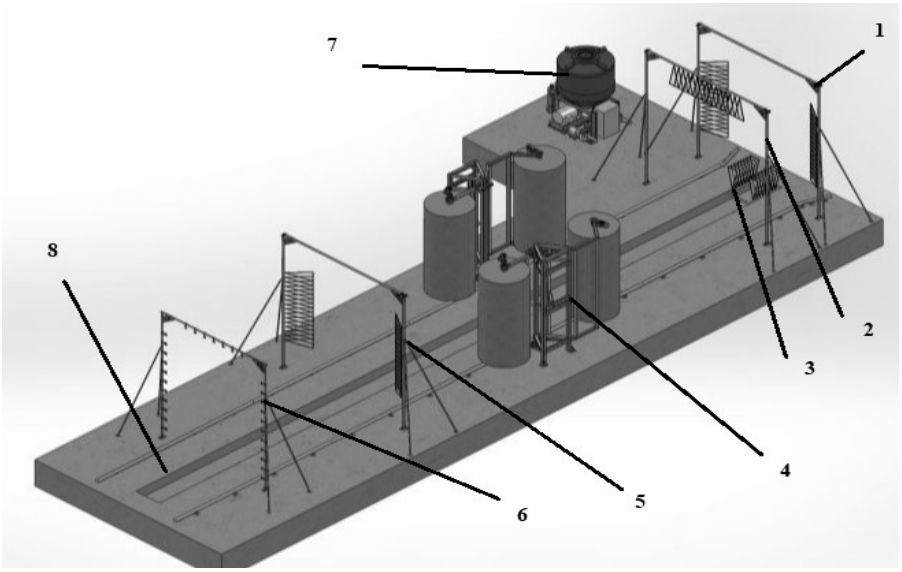


Рис. 1 Общий вид мойки

Библиографический список

1. Напольский, Г.М. Технологическое проектирование АТП и СТО.- М.: Транспорт, 1993.

2. Техническая эксплуатация автомобилей. - Под ред. Е.С. Кузнецова. - 4-е изд. - М. Наука,2001.

УДК 656.021.8

НОВИНСКИЙ Л.А., ФИЛАТОВ-БОБРОВ Д.А.

ПУТИ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТНЫХ ЗАТОРОВ НА ПЕРЕКРЁСТКЕ ПР. ЛЕНИНА – УЛ. НАХИМОВА В Г. НИЖНИЙ НОВГОРОД

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Транспортные заторы – это одна из главных проблем современных мегаполисов. Причиной этого является увеличение количества машин на дорогах, а также недостаточная развитость дорожной инфраструктуры. В настоящее время существуют несколько подходов к

решению данной проблемы, включая оптимизацию транспортной дорожной сети или отдельных ее частей, а также использование более экологически чистых видов транспорта, например, велосипедов или электромобилей. Однако, без принятия серьезных мер по модернизации дорожной инфраструктуры, проблемы с транспортными заторами будут продолжаться.

Рассмотрим перекрёсток пр. Ленина – ул. Нахимова в г. Нижний Новгород – Т-образный, регулируемый (рис. 1). На проспекте Ленина расположено 6 полос для движения (по 3 полосы для каждого направления), на улице Нахимова же 4 полосы (по 2 полосы для каждого направления). Имеются 2 пешеходных перехода: через пр. Ленина – регулируемый, через ул. Нахимова – нерегулируемый. На данном транспортном узле в вечерние и утренние «часы пик» образуются транспортные заторы на каждом направлении.



Рис. 1. Перекрёсток пр. Ленина – ул. Нахимова в г. Нижний Новгород

Из возможных путей решения автомобильных заторов на данном участке дороги можно выделить следующие:

- изменение направления движения в какой-либо полосе;
- переразметка какого-либо участка дороги;
- изменение схемы пофазного разъезда;
- перенос пешеходного перехода;

В первую очередь, необходимо предусмотреть на ул. Адмирала Нахимова (перед перекрёстком с пр. Ленина) две полосы в направлении пр. Ленина (в том числе поворот налево с двух полос), в направлении ул. Глеба Успенского – одну полосу (рис. 2). Также пешеходный переход через улицу Адмирала Нахимова возможно перенести на островок безопасности и добавить на него светофорное регулирование.

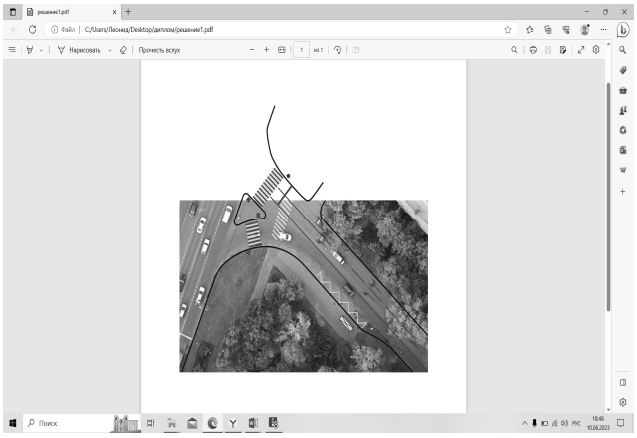


Рис. 2. Изменение направлений движения на улице Адмирала Нахимова

Второе изменение, которое можно внести в данный транспортный узел – это перераз-метка пр. Ленина в направлении ул. Новикова-Прибоя (с 3+3 на 4+3). При этом движение прямо будет доступно с трёх полос, налево – с крайней левой полосы (рис. 3).

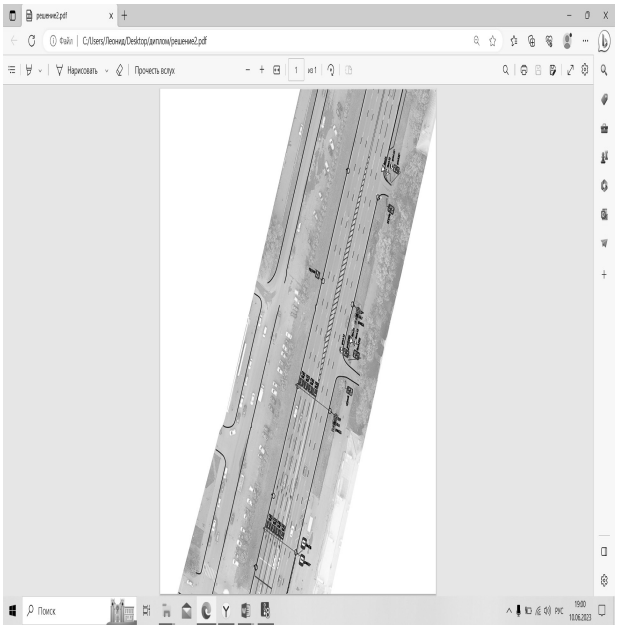


Рис. 3. Переразметка пр. Ленина

И наконец третье изменение, которое можно предложить – перенос пешеходного пе-рехода через проспект Ленина и изменение схемы пофазного разъезда транспортных средств. Также будет осуществлён перенос пешеходного перехода через улицу Адмирала Нахимова (рис. 4).

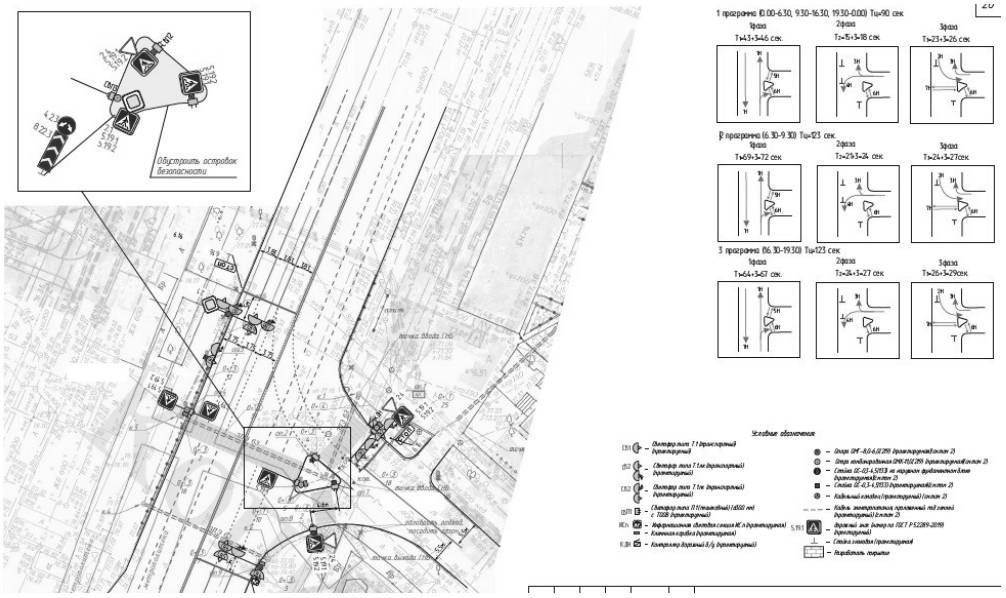


Рис. 4. Изменение пофазного разъезда автомобилей

Библиографический список

1. ГОСТ Р 52289-2019. Технические средства организации дорожного движения. Пра-вила применения дорожных знаков, разметки, светофоров, дорожных ограждений и на-правляющих устройств.
2. ГОСТ Р 51256-2018. Технические средства организации дорожного движения. Раз-метка дорожная. Классификация. Технические требования.

3. ГОСТ Р 52282-2004. Технические средства организации дорожного движения. Светофоры дорожные. Типы и основные параметры. Общие технические требования. Методы испытаний.

УДК 519.876.5

НОВИНСКИЙ Л.А., ЛИПЕНКОВ А.В.

ОСОБЕННОСТИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ТРАНСПОРТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время имитация транспортного движения в специальных программах играет важную роль в транспортной политике каждого крупного города.

Моделирование транспортных процессов – это замещение реальных транспортных процессов другим объектом (моделью) с целью получения через исследование этого объекта информации о важнейших свойствах реальных транспортных процессов [1].

В современных городах проблемы с управлением транспортными потоками на улицах уже стали обыденностью. Пробки, аварии, неудобства для пешеходов – все это делает жизнь в городе невыносимой. Чтобы решить эти проблемы, используется моделирование транспортных процессов. С помощью таких моделей можно спрогнозировать, как транспортное движение будет развиваться в будущем, и распределить его так, чтобы уменьшить автомобильные заторы. Также можно предотвратить возможные аварии, организовать более удобное движение пешеходов и машин. В результате применения моделирования транспортных процессов жизнь в городе становится более комфортной для всех его жителей.

Математические модели являются неотъемлемой частью изучения транспортных систем. Они позволяют описать процессы с высокой точностью и выявить возможные проблемы в работе системы. Однако необходимо понимать, что моделирование - это всего лишь приближение к реальности, поэтому нужно уметь адекватно интерпретировать результаты. Кроме того, часто приходится применять мысленное моделирование, что требует соответствующих навыков и опыта. Увеличивая наш опыт и знания, становимся более смышлеными, и творчески подходим к решению сложных задач. В инженерно-технической и управленческой сферах давно используются эвристические методы, которые упрощают процесс принятия решений при ограниченных ресурсах. Работая с такими методами, можно быстро добиться успеха в разных областях.

При решении задач качественной организации и адаптации транспортных процессов широко используются следующие методы математического программирования:

- корреляционно-регрессионный анализ;
- линейное программирование;
- динамическое программирование;
- целочисленное программирование;
- теория массового обслуживания;
- метод сетевого планирования и управления;
- дисперсионный анализ;
- корреляционно-спектральный анализ;
- кибернетический метод;
- символическая (математическая) логика.

Математическое моделирование, которое применяется в процессе решения транспортных задач, обычно подразделяют на два направления: оптимизационное (аналитическое) и имитационное. У имитационного моделирования есть свои преимущества. Оно позволяет более точно отобразить реальные условия эксплуатации и поведения объектов транспортной системы, что особенно важно для анализа сложных процессов и учета неопределенности.

Однако, несмотря на все преимущества имитационного моделирования, эффективность и удобство использования оптимизационного метода остаются незаменимыми при решении некоторых транспортных задач. Оптимизационный метод позволяет находить наиболее оптимальные решения задачи в условиях заданных ограничений, что особенно важно для сложных систем и моделей. Кроме того, преимуществом оптимизационного метода является его скорость и удобство использования в режиме реального времени.

Моделирование транспортных процессов имеет значение для оптимизации работы транспортных предприятий. При помощи методов моделирования, можно проанализировать изменения в показателях транспортно-эксплуатационных и оценить их эффективность.

В частности, с их помощью решаются следующие задачи:

- составление схем грузопотоков, оптимальных с точки зрения минимизации расстояний перевозки грузов;
- распределение клиентуры между транспортными предприятиями;
- распределение маршрутов между транспортными предприятиями;
- снижение нулевых пробегов транспортных средств;
- маршрутизация (составление маршрутов) перевозок грузов, нацеленная на минимизацию непроизводительных пробегов транспортных средств;
- минимизация времени доставки грузов клиентам;
- определение кратчайших путей между пунктами отправления и назначения и др.

Изучение транспортных процессов – важная область для развития транспортной инфраструктуры и повышения комфорта жизни людей. Моделирование является неотъемлемой частью исследований в этой сфере, позволяет оптимизировать системы транспорта и улучшать качество услуг. Результаты исследований могут быть использованы при создании новых транспортных средств и разработке транспортной политики.

Библиографический список

1. Дьяченко, А. С. Моделирование транспортных процессов // Образовательный портал «Справочник». Дата написания статьи: 16.11.2021. – URL: https://spravochnick.ru/logistika/modelirovanie_transportnyh_processov/.
2. Лапшин, В. А. Особенности моделирования пассажиропотока объектов транспортной инфраструктуры / В. А. Лапшин. –Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2020. – № 1 (291). – С. 33-36. – URL: https://moluch.ru/archive/291/65976/.

УДК 629.3.017

НОВИНСКИЙ Л.А., ЮРОВ А.М.

СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ И ДАТЧИКИ ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ АВТОМОБИЛЯ HONDA ACCORD

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные автопроизводители с каждым годом повышают надежность и безопасность своих транспортных средств. Одним из способов является внедрение новых автоматизированных систем. Рассмотрим японскую марку Honda. Однако одной из самых популярных моделей, сочетающих в себе элегантность бизнес-класса и высокую скорость спортивных автомобилей, является HondaAccord.

Данная машина оснащена:

- большой приборной панелью с двумя сенсорными экранами;
- комфортными креслами первого ряда с боковой поддержкой и системой вентиляции;
- мультимедийной системой на базе AndroidAuto и AppleCarPlay;
- функциональным климат-контролем;

- устройством проецирования дисплея на лобовое стекло;
- стояночным электротормозом;
- адаптивными амортизаторами;
- современной системой удержания полосы движения.

Новая Honda 10-го поколения 2018 года помимо вышеописанного содержит в себе множество полезных функций и опций. В базовой комплектации можно увидеть: специальный дождевой и световой датчик; обогреватели сидений, а также боковых зеркал; двухзонный климат-контроль с возможностью управления на пассажирских местах сзади; полная мультимедийная система, включающая шесть колонок, сабвуфер и прочее [2].

VSA – система курсовой стабилизации автомобиля. Эта интеллектуальная электроника включает в себя ABS + антипробуксовочную систему. Также она регулирует тягу и управление дроссельной заслонкой.

Например, автомобиль движется по кривой, возникающая при этом центробежная сила стремится сместить машину к внешней стороне поворота или опрокинуть её. Допустим, автомобиль входит в вираж на слишком большой скорости, а водитель, осознав, что ошибся с её выбором и сейчас окажется на встречной полосе или в кювете, делает другую ошибку, например, резко тормозит или чрезмерно выворачивает руль в сторону поворота.

Получив информацию от датчиков, система VSA практически мгновенно регистрирует, что автомобиль оказался в критическом положении и, не допуская блокировки колёс до юза, перераспределяет тормозные усилия на колёсах таким образом, чтобы их результирующая противодействовала поперечной силе, стремящейся развернуть автомобиль вокруг вертикальной оси (рис. 1). В этом случае будет притормаживать заднее колесо, находящееся на внутренней стороне поворота. Это незамедлительно вызовет силу, «притягивающую» переднюю ось автомобиля на верную траекторию [3].

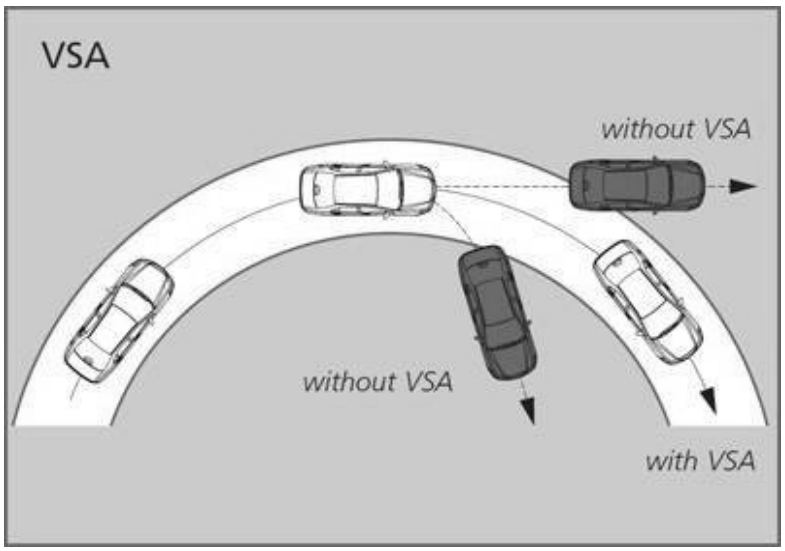


Рис. 1. Система VSA. Пример

Система HIDS состоит из двух систем.

1. HIDS - это система круиз-контроля. Выставляем скорость и ТС само держит её. На основании данных, получаемых сканером, расположенном в решетке радиатора в значке H, система сама тормозит, соблюдая выбранную дистанцию, и сама набирает скорость при превышении дистанции, но не больше выставленной скорости. Торможение бывает разное. Работает от 45 до 110 км/ч.

2. Вторая система LKAS.

Данная система контролирует полосу движения, а именно не дает покинуть ее, если вы задумались, засмотрелись или еще что-то. При приближении к левой разметке полосы, система сама поворачивает руль вправо и наоборот, всегда удерживает авто по середине.

Плавность поворота руля системой так же зависит от скорости сближения с линией разметки, больше скорость, больше производится поворот руля.

В отличие от HIDS, данная система имеет больше условий для работы. Хорошая погода, читаемая разметка, одинаковые шины и износ, ремень безопасности пристегнут, скорость движения от 65 до 100 км/ч. Также дорожное покрытие не должно содержать ям и резких ухабов.

Датчики, установленные в углах и центральной части заднего бампера, реагируют на препятствия, расположенные позади автомобиля. Система помощи при парковке подает звуковые сигналы или отображает на комбинации приборов зону нахождения объекта при его обнаружении на расстоянии 100 см спереди и 120 см сзади автомобиля.

Необходимые условия для работы системы:

• система активируется при нажатии кнопки системы помощи при парковке, если включено зажигание.

• эта система активируется, когда при включенном зажигании нажата система помощи при парковке. При переводе рычага переключения передач в положение R или нажатии кнопки SPAS индикатор системы помощи при парковке включается автоматически, при этом активируется сама система. Система автоматически отключается при движении со скоростью выше 20 км/ч (40 км/ч с интеллектуальной системой помощи при парковке).

• при регистрации более двух объектов одновременно первым будет распознан ближайший объект.

Включенная система может не обнаруживать объекты на расстоянии менее 25 см.

Система автоматического контроля дальнего света (HSS). Совместно со светодиодными фарами новый Accord оснащен системой контроля дальнего света. Работа контроля дальнего света (HSS) основана на применении интеллектуальной системы слежения за световым потоком от автомобилей, движущихся как в попутном, так и встречном направлении. При необходимости, система автоматически переключает дальний свет на ближний.

Система предотвращения и уменьшения последствий столкновения (CMBS). Опция позволяет на скоростях выше 15 км/ч обнаруживать движущиеся и неподвижные транспортные средства на расстоянии порядка 100 м. Когда система обнаружит, что автомобиль может столкнуться с одним из препятствий, инициируется трехэтапный процесс торможения.

Система мониторинга слепых зон LaneWatch™. С помощью камеры, установленной в правом зеркале заднего вида, она передает широкоугольное изображение дорожной ситуации справа и позади авто на дисплей i-MID. Изображение появляется на экране при включении правого поворотника или при нажатии кнопки в торце рычажка, ведающего включением сигнала поворота.

Сектор обзора стандартного зеркала заднего вида составляет от 18 до 22 градусов, тогда как LaneWatch™ увеличивает сектор до 80-ти градусов и позволяет водителю видеть автомобили, пешеходов, объекты в слепой зоне. В комплектациях с навигационной системой изображение с камеры выводится одновременно с картой навигатора, экран при этом делится пополам. Водитель также имеет возможность настроить систему, отключив, например, активацию при работающем сигнале поворота.

Библиографический список

1. HONDA SENSING QUICK REFERENCE MANUAL Pdf Download | ManualsLib: [Электронныйресурс]. – URL: https://www.manualslib.com/manual/2311983/Honda-Sensing.html. (Дата обращения: 10.11.2024).

2. HondaAccord 10 поколения 2018 года | Фото, характеристики, цена новой модели: [Электронный ресурс]. – URL: https://avtomancar.com/honda-accord-10-pokoleniya-2018-goda/. (Дата обращения: 10.11.2024).

3. Что такое VSA, VTEC и i-VTEC и прочие аббревиатуры… — DRIVE2: [Электронный ресурс]. – URL: https://www.drive2.ru/b/704367/. (Дата обращения: 10.11.2024).

УДК 656.025.4

НОВИНСКИЙ Л.А., КУЛЯЗИН А.Д.

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ СТИЛЯ ВОЖДЕНИЯ ВОДИТЕЛЯ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире, где логистика и транспортировка товаров играют ключевую роль в экономике, стиль вождения водителя грузового автомобиля становится важным аспектом, влияющим на безопасность, эффективность и экономичность перевозок. Оценка и анализ стиля вождения позволяют не только повысить уровень безопасности на дорогах, но и оптимизировать расходы на топливо, снизить износ транспортных средств и улучшить общий уровень обслуживания клиентов. В данной статье мы рассмотрим алгоритмы оценки и анализа стиля вождения водителей грузовых автомобилей, их классификацию, особенности, а также существующие проблемы в этой области.

Стиль вождения можно классифицировать на несколько категорий, каждая из которых имеет свои характеристики и особенности. В основном выделяют следующие типы стилей вождения.

1. Экономичный стиль: характеризуется плавным набором скорости, минимальным использованием тормозов и ускорителей. Водители, придерживающиеся этого стиля, стремятся снизить расход топлива и уменьшить износ автомобиля.

2. Агрессивный стиль: включает резкие ускорения, частые торможения и маневры, которые могут привести к повышенному расходу топлива и увеличению риска аварий. Водители с агрессивным стилем часто нарушают правила дорожного движения.

3. Умеренный стиль: сочетает в себе элементы экономичного и агрессивного вождения. Водители этого типа стараются соблюдать правила, но иногда могут проявлять агрессивность в определенных ситуациях.

Классификация стилей вождения позволяет разработать алгоритмы, которые будут учитывать различные аспекты поведения водителей на дороге.

Оценка стиля вождения грузовых автомобилей требует учета множества факторов. Ключевыми особенностями являются:

- данные о вождении: для анализа стиля вождения необходимы данные, собранные с помощью различных датчиков и систем мониторинга, таких как GPS, акселерометры и бортовые компьютеры. Эти данные позволяют отслеживать скорость, ускорение, торможение и другие параметры.
- контекст дорожной ситуации: важно учитывать дорожные условия, такие как тип дороги, плотность движения и погодные условия. Эти факторы могут существенно влиять на стиль вождения.
- психологические аспекты: стиль вождения также зависит от личных характеристик водителя, его опыта и психологического состояния. Например, стресс или усталость могут привести к агрессивному вождению.
- технические характеристики автомобиля: разные модели грузовых автомобилей могут иметь различные характеристики, влияющие на стиль вождения. Например, грузоподъемность, мощность двигателя и система управления могут определять, как водитель будет вести себя на дороге.

Несмотря на значительные достижения в области оценки и анализа стиля вождения, существует ряд проблем, которые необходимо решить.

1. Сложность сбора данных: не всегда возможно получить точные и полные данные о вождении, особенно в условиях динамичного трафика. Ограничения в оборудовании и программном обеспечении могут затруднить процесс мониторинга.

2. Разнообразие стилей: каждый водитель уникален, и его стиль вождения может меняться в зависимости от различных факторов. Это разнообразие делает трудным создание универсальных алгоритмов.

3. Недостаток стандартов: в настоящее время отсутствуют общепринятые стандарты для оценки стиля вождения. Это затрудняет сравнение результатов между различными исследованиями и компаниями.

4. Сопротивление изменениям: водители могут быть не готовы изменить свои привычки вождения, даже если это может привести к улучшению безопасности и экономии. Необходимы программы обучения и мотивации для изменения стиля вождения.

Алгоритмы оценки и анализа стиля вождения водителей грузовых автомобилей играют ключевую роль в повышении безопасности и эффективности транспортировки. Классификация стилей вождения, учет особенностей и решение существующих проблем помогут создать более безопасные и экономичные условия для грузоперевозок. Необходимо продолжать исследования в этой области, чтобы разработать более точные и универсальные алгоритмы, которые смогут адаптироваться к изменениям в поведении водителей и дорожных условиях. В конечном итоге, успешная реализация таких алгоритмов позволит не только снизить риски на дорогах, но и повысить общую эффективность логистических процессов.

1. Мурзин, Д.Р. Алгоритмы оценки и анализа стиля вождения водителя грузового автомобиля - Текст: электронный: [сайт]. - URL: https://elar.urfu.ru/bitstream/10995/126853/1/978-5-9544-014-8_2023_087.pdf (дата обращения: 15.11.2024).

УДК 665.733

ПОДЛЕВСКИХ М.С., БЕРДНИКОВ Л.А., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

ГОНОЧНОЕ ТОПЛИВО. РАЗНОВИДНОСТИ, ПОЛУЧЕНИЕ И ЕГО РЕГЛАМЕНТАЦИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Гоночное топливо – особый вид топлива, предназначенный для максимизации мощности двигателя, защиты от перегрева и предотвращения детонации (самовоспламенения топлива до зажигания от свечи зажигания).

Основной характеристикой гоночного топлива является его высокое октановое число, которое значительно выше стандартного топлива.

Октановое число указывает на способность топлива противостоять детонации при высоких давлениях и температурах.

Это очень важно, поскольку двигатели гоночных автомобилей работают на очень высоких скоростях и в условиях экстремальных нагрузок.

В зависимости от вида соревнований и конструкции гоночного автомобиля используется несколько основных видов гоночного топлива.

1.Бензиновое топливо.

Это наиболее часто используемое гоночное топливо в таких сериях, как Формула 1 и NASCAR.

Оно имеет октановое число более 100 и содержит специальные присадки, повышающие детонационную стойкость и улучшающие охлаждение двигателя.

2. Метанол.

Используется в некоторых гоночных сериях, таких как IndyCar.

Метанол — это спирт с отличными охлаждающими свойствами, которые снижают температуру двигателя.

Метанол позволяет автомобилю работать с более высокой степенью сжатия, улучшая производительность.

3. Этанол.

Чаще всего его используют в смеси с бензином, как в американской гоночной серии NASCAR, где используется E85 (85% этанола, 15% бензина).

Этанол более экологичен, чем традиционные виды топлива, и обладает лучшей детонационной стойкостью.

4. Нитрометан.

Используется в дрэг-рейсинге, где двигатель должен вырабатывать огромную мощность за короткий период времени.

Поскольку нитрометан содержит большое количество кислорода в своих молекулах, он может сжигать больше топлива и генерировать огромное количество энергии.

Производство гоночного топлива – высокотехнологичный процесс с использованием сложных химических и физических методов.

Этот процесс включает в себя несколько этапов.

1.Ректификация масла.

Наиболее важные углеводороды для гоночного топлива получают путем ректификации, то есть разделения сырой нефти на ее компоненты на различных стадиях дистилляции.

Это позволяет разделить легкие и тяжелые фракции и объединить их для получения топлива с заданными свойствами.

2.Алкилирование.

Этот процесс увеличивает содержание изооктана, что является ключевым фактором повышения октанового числа топлива.

В результате алкилирования получается высокооктановая смесь, обеспечивающая стабильную работу двигателя даже при высоких нагрузках.

3. Добавление оксигенатов и добавок.

Для улучшения свойств топлива добавляют оксигенаты (такие как метанол и этанол) и различные химические добавки.

Улучшите сгорание, понизьте температуру двигателя и уменьшите выбросы.

Требования к гоночному топливу регулируются как международными стандартами, так и национальными правилами.

Эти требования касаются безопасности, экологичности, состава топлива и его свойств, а также особенностей использования топлива в автоспорте.

Далее приведены основные области и документы, регулирующие гоночное топливо.

1.Международные стандарты и правила

A. FIA (Международная автомобильная федерация) Международная автомобильная федерация (FIA), руководящий орган большинства мировых автомобильных компаний.

автоспортивные мероприятия (включая Формулу 1, WRC и другие) Строгие требования к топливу, используемому в гонках.

Эти требования определяются Техническим регламентом и Положением о соревнованиях.

Основная информация:

• Состав топлива: В Формуле 1 и других соревнованиях топливо должно быть почти идентично обычному бензину, используемому в дорожных автомобилях, хотя в нем присутствуют некоторые присадки для улучшения характеристик.

• Пределы окисления: Ограничивает использование таких веществ, как этанол, метанол и другие соединения, которые могут увеличить мощность двигателя.

• Предел октанового числа: гоночная серия FIA может иметь предел октанового числа топлива, чтобы обеспечить честную конкуренцию и предотвратить использование чрезмерного количества топлива.

• Экологические стандарты: Постепенно вводятся требования по снижению выбросов CO_2 и переходу на использование экологически чистых ингредиентов или биотоплива.

Например, с 2026 года Формула 1 планирует полностью перейти на синтетическое топливо, не производящее выбросов углекислого газа.

Б. Правила других автоспортивных серий.

Другие гоночные серии, такие как NASCAR, MotoGP, Ле-Ман и другие, могут иметь свои собственные правила использования топлива, но большинство из них также основаны на требованиях FIA.

2.Национальный законодательный акт

А. Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 013/2011) «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и отечественному мазуту» В России и странах СНГ Для остальных стран Евразийского экономического союза (ЕАЭС) настоящий регламент устанавливает требования к топливу, в том числе ограничения по содержанию различных химических соединений и экологические стандарты.

Однако этот документ охватывает больше стандартных видов топлива (бензин, дизельное топливо) и в меньшей степени регулирует конкурирующие виды топлива.

Б. ГОСТ на автомобильные топлива К автомобильным топливам, в том числе гоночным, применяются национальные стандарты, например ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный», устанавливающий требования к бензинам для спортивных и высокопроизводительных двигателей.

Эти стандарты могут регулировать такие параметры, как октановое число, содержание свинца и серы, летучесть и другие характеристики.

В. Экологические нормы и стандарты выбросов (ГОСТ Р 52033-2003. «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния»; ГОСТ Р 41.49-2003 (Правила ЕЭК ООН N 49). «Единообразные предписания, касающиеся сертификации двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе, и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на сжиженном природном газе, в отношении выбросов вредных веществ.

Библиографический список

1.Технический регламент «Формула 1».

2.Технический регламент Таможенного союза (ТР ТС 013/2011) «О требованиях к автомобильному и авиационному бензину, дизельному и судовому топливу, топливу для реактивных двигателей и отечественному мазуту».

3. ГОСТ Р 51866-2002 «Топлива моторные. Бензин неэтилированный»

4. ГОСТ Р 52033-2003. «Автомобили с бензиновыми двигателями. Выбросы загрязняющих веществ с отработавшими газами. Нормы и методы контроля при оценке технического состояния».
5.ГОСТ Р 41.49-2003 (Правила ЕЭК ООН N 49). «Единообразные предписания, касающиеся сертификации двигателей с воспламенением от сжатия и двигателей, работающих на природном газе, а также двигателей с принудительным зажиганием, работающих на сжиженном нефтяном газе, и транспортных средств, оснащенных двигателями с воспламенением от сжатия, двигателями, работающими на природном газе, и двигателями с принудительным зажиганием, работающими на сжиженном природном газе, в отношении выбросов вредных веществ».

УДК 665.733

ПОДЛЕВСКИХ М.С., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

ОСОБЕННОСТИ ГОНОЧНЫХ ТОПЛИВ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Гоночные автомобили работают в условиях, которые кардинально отличаются от эксплуатации обычных машин. Двигатели спортивных автомобилей подвергаются огромным нагрузкам, постоянно работая на предельных оборотах и развивая огромную мощность за короткое время.

Гоночное топливо отличается от обычного автомобильного топлива по нескольким параметрам, перечисленным далее.

1. Октановое число.

Обычное моторное топливо обычно имеет октановое число от 87 до 95.

Для гоночного топлива это значение может превышать 100, что позволяет двигателю работать на более высоких оборотах и при более высоком давлении.

2.Связь.

Гоночное топливо содержит специальные присадки и кислородные присадки, повышающие устойчивость к перегреву и взрывам.

В обычных условиях двигатели серийных автомобилей не требуют подобных присадок, поскольку не подвергаются экстремальным нагрузкам.

3.Теплотворная способность.

Гоночное топливо, особенно такие виды, как метанол и нитрометан, обладают способностью охлаждать двигатель, снижая риск перегрева и продлевая работоспособность на трассе.

4. Экологические стандарты.

В некоторых гоночных сериях используются топливные смеси, соответствующие высоким экологическим стандартам, такие как этанол и биотопливо.

Обычные автомобили могут использовать более простое топливо, сводя при этом к минимуму экологические требования.

Перечислим основные причины, почему гоночное топливо является обязательным для спортивных автомобилей.

1. Поддержание высокой мощности

Гоночные автомобили нуждаются в топливе, которое поддерживает максимальную мощность двигателя на протяжении всей гонки. Стандартное автомобильное топливо не способно обеспечить стабильную работу на высоких оборотах и при высоком давлении в цилиндрах. Гоночное топливо, с его высоким октановым числом, позволяет двигателю работать в экстремальных режимах, не теряя мощности и не подвергаясь перегреву или по-

вреждениям. Высокое октановое число предотвращает детонацию, позволяя двигателям гоночных автомобилей работать с более высокой степенью сжатия и обеспечивая тем самым большее количество энергии. Это критически важно для получения наилучших результатов на трассе, где каждая секунда имеет значение.

2. Предотвращение детонации

Детонация – это один из самых больших врагов высокопроизводительных двигателей. Она возникает, когда топливо самовоспламеняется до того, как произойдет искровой разряд, что может привести к повреждению двигателя. Обычное топливо при высоких температурах и давлении склонно к детонации, особенно в двигателях с высокой степенью сжатия, которые используют гоночные автомобили.

Гоночное топливо с высоким октановым числом обладает способностью предотвращать детонацию даже при экстремальных условиях работы двигателя. Это позволяет гонщикам использовать более агрессивные настройки двигателя, увеличивая степень сжатия и развивая больше мощности без риска повреждений.

3. Охлаждение двигателя

Спортивные автомобили во время гонок подвергаются сильному нагреву, особенно при работе на предельных оборотах. Перегрев двигателя может привести к его отказу, что сделает невозможным продолжение гонки. Некоторые виды гоночного топлива, такие как метанол, обладают способностью эффективно охлаждать двигатель во время его работы. Благодаря этому спортивные автомобили могут дольше сохранять стабильные характеристики при высоких нагрузках.

Охлаждающие свойства топлива помогают снизить температуру внутри цилиндров и предотвратить перегрев, что особенно важно для длительных гонок, где машина работает на пределе возможностей на протяжении всего заезда.

4. Устойчивость к экстремальным условиям

Гоночные автомобили работают в условиях, которые невозможно воспроизвести на обычных дорогах. Высокие скорости, сильные нагрузки на двигатель и подвеску, резкие ускорения и торможения — все это требует от топлива максимальной эффективности. Обычное топливо может не справляться с такими нагрузками, что приведет к снижению производительности автомобиля или даже к его поломке. Гоночное топливо специально разработано для таких условий. Оно обладает улучшенными характеристиками сгорания, способно выдерживать высокие температуры и давление в камере сгорания, а также обеспечивает равномерное и полное сгорание топлива, что увеличивает общую эффективность двигателя.

5. Максимальная отдача от двигателя

В гоночных автомобилях каждая деталь нацелена на максимальное извлечение мощности из двигателя. Это касается не только конструкции двигателя, но и топлива. Обычный бензин не способен полностью раскрыть потенциал гоночного автомобиля. Гоночное топливо, благодаря добавкам и высокооктановым компонентам, обеспечивает большее количество энергии на каждый цикл сгорания. Это позволяет спортивным автомобилям быстрее разгоняться, устойчиво держать высокие скорости и демонстрировать лучшие результаты на трассе.

6. Оптимизация расхода топлива и снижение выбросов

Несмотря на акцент на мощность, в современных гоночных сериях внимание также уделяется эффективности топлива и снижению вредных выбросов. Современные виды гоночного топлива, такие как этанол и его смеси с бензином (например, E85), помогают снизить воздействие на окружающую среду, одновременно поддерживая высокий уровень производительности. Оксигенаты, добавляемые в состав гоночного топлива, улучшают сгорание, что приводит к более чистому выхлопу и меньшему количеству вредных выбросов.

В сфере гоночного топлива можно выделить несколько значимых проблем, каждая из которых имеет свои последствия для автоспорта, экологии и безопасности. Вот основные проблемы и возможные подходы к их решению.

1. Экологическое воздействие

Проблема: гоночное топливо часто содержит высокооктановые добавки и специальные химические соединения, которые выделяют больше вредных выбросов по сравнению с обычным автомобильным топливом. Это приводит к увеличению выбросов углекислого газа, углеводородов и других загрязняющих веществ, что отрицательно сказывается на экологии.

Решение: теоретически, внедрение синтетического топлива, которое сжигается более чисто и производит меньше вредных выбросов, может стать решением. Также перспективными являются биотоплива, которые могут быть получены из возобновляемых источников, таких как водоросли или биоотходы. Еще один вариант – переход на водородное топливо или электрические решения для гонок, что уменьшило бы углеродный след, сохраняя при этом высокие показатели мощности.

2. Высокая стоимость разработки и производства

Проблема: гоночное топливо должно обеспечивать высокую производительность, что требует значительных вложений в разработку и производство. Это делает топливо дорогим, что усложняет его доступность для команд и повышает общие расходы на участие в гонках.

Решение: совершенствование технологий производства топлива и привлечение альтернативных источников финансирования может помочь снизить затраты. Также можно инвестировать в разработку более доступных альтернатив, например, смеси биотоплива и синтетического топлива, которые могут быть дешевле в производстве, но обеспечивать аналогичный уровень производительности.

3. Влияние на двигатель и технические ограничения

Проблема: гоночное топливо часто воздействует на двигатели и системы автомобиля более агрессивно, что может привести к износу и сокращению срока службы оборудования. Это требует повышенного внимания к техническому состоянию гоночных машин и их частой замены.

Решение: использование противоизносных присадок, присадок снижающих коррозионные свойства топлива и предотвращающих перегрев двигателя, может помочь справиться с этой проблемой. Кроме того, разработка более устойчивых к агрессивным составам материалов для компонентов двигателя позволит снизить износ и продлить срок их эксплуатации.

4. Регуляция и стандартизация

Проблема: стандарты на гоночное топливо могут различаться в зависимости от страны и чемпионата, что создает сложности для унификации подходов и увеличивает затраты на приведение топлива в соответствие с требованиями каждой организации.

Решение: теоретически, установление единых международных стандартов на состав гоночного топлива или общих требований к его экологичности и безопасности могло бы упростить процесс и сократить затраты. Введение таких стандартов сделает гоночное топливо более доступным и повысит экологическую ответственность производителей.

Гоночное топливо — это жизненно важный компонент для работы спортивных автомобилей на предельных мощностях. Благодаря высоким эксплуатационным характеристикам, таким как высокое октановое число, охлаждающие свойства и устойчивость к экстремальным условиям, гоночное топливо позволяет автомобилям демонстрировать наивысшие результаты на трассе. Оно предотвращает детонацию, помогает сохранять двигатель в рабочем состоянии при высоких нагрузках и раскрывает полный потенциал мощного двигателя. Без использования гоночного топлива спортивные автомобили не смогли бы достичь той производительности и надежности, которые необходимы для успешных выступлений в гонках.

Библиографический список

1. Пупырев, А.Ю., Шубин С.М. Химия и технология моторных топлив.
2. Миронов, Ю.В. Автоспорт: Технологии и инженерия.

УДК 628.477.6

ПРАЗДНИЧКОВ П.О., ЖИЧКИН С.П., ЛЕБЕДНОВ Е.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

УТИЛИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАННОЙ АВТОМОБИЛЬНОЙ РЕЗИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире производится все больше автомобилей различного назначения – легковые, грузовые, для перевозки пассажиров. Количество автомобилей, непосредственно используемых на дорогах, также неизменно растет, а вместе с ними растет количество различных отходов, которые образуются в результате эксплуатации. Мусором, который не кажется опасным, но на деле очень серьезно загрязняющим окружающую среду, являются автомобильные шины. Все дело в том, что резина, изготовленная из синтетического каучука, огнеопасна и практически не подвержена биологическому разложению. Горы старых покрышек десятилетиями хранятся на полигонах ТБО, загрязняя почву и грунтовые воды продуктами распада. Достаточно небольшого возгорания, чтобы резина вспыхнула и затянула небо густым черным дымом, отравляя атмосферу канцерогенами и другими убивающими все живое веществами.

Ежегодно в России образуется более миллиона тонн подобных отходов, поэтому вопрос организации переработки старых колес приобрел большое экологическое и экономическое значение. В этой статье я рассматриваю основные методы утилизации изношенных покрышек.

Автомобильные шины – достаточно сложное изделие, которое состоит из нескольких базовых компонентов:

- резиновый протектор и боковины из синтетического каучука;
- корд (каркас из стекловолокна или текстиля);
- армирующая проволока, бортовые металлические кольца.

Основные способы переработки – пиролиз и переработка механическим способом. Второй метод наиболее интересен с экономической точки зрения, поскольку является более безотходным.

При сжигании тонны покрышек на теплоэлектростанциях образуется такое же количество тепловой энергии, как и при сжигании тонны угля. Но данная технология переработки является энергетически малоэффективной, поскольку при изготовлении одной покрышки расходуется энергия, содержащаяся в 40 литрах нефти, а при сжигании выделяется энергия, эквивалентная 10 литрам природного топлива. Сжигание проводят при температуре не ниже 1900 градусов. При более низких температурах образуются опасные диоксины, что делает процесс вредным для экологии.

Пиролиз или термическое разложение — еще один вариант утилизации старых автопокрышек. Суть метода заключается в высокотемпературной переработке резиновой составляющей с ограниченной подачей воздуха или в условиях полного отсутствия кислорода. Цель данного метода — извлечь из искусственного каучука топливо для печей. Кроме газообразных продуктов в процессе термического разложения резины получают жидкие и смолистые углеводородные фракции. Утилизация выполняется в несколько этапов в специальных пиролизных установках. Главный недостаток технологии пиролиза – неэкологичность. В процессе утилизации выделяются токсичные вещества, для нейтрализации которых требуются дополнительные расходы. В ряде европейских стран использование этого метода запрещено на законодательном уровне из-за вредных выбросов в атмосферу.

Переработка старых автопокрышек в крошку методом дробления – наиболее рациональный способ утилизации, поскольку позволяет разделить изделие на резину, металл и текстиль (стекловолокно). Каждый компонент является ценным вторсырьем и подлежит дальнейшей переработке. Главное преимущество данного метода заключается в том, что он позволяет сохранить основные физико-химические свойства резины. Металл отправляется на

переплавку, а измельченные частицы резины идут на производство резиновой плитки, брусчатки, бордюров, рулонных и бесшовных спортивных травмобезопасных покрытий.

Для измельчения покрышек в крошку используется следующее оборудование:

- одновальные шредеры — промышленные измельчители, на которых резка сырья осуществляется низкооборотным режущим валом;
- двухвальные шредеры — более производительные станки. Валы с ножами вращаются в разные стороны, затягивая фрагменты покрышек и разрезая их. Крупные куски резины заново загружаются в измельчитель. За час такой станок способен переработать порядка 2 тонн вторсырья;
- автоматизированные линии — комплекс оборудования, последовательно выполняющий сразу все операции по переработке: от удаления борткольца до измельчения резины до крошки нужного размера.

Производственные линии используются на крупных предприятиях по изготовлению резиновой крошки и изделий из нее. Такое оборудование оснащено магнитным и воздушным сепараторами для удаления частиц металла и текстиля.

Таким образом, проблема утилизации старых автомобильных шин является не только головной болью, но и может стать прибыльным предприятием. На текущий момент основной способ избавления от них – складирование на специальных полигонах ТБО, однако нужно совсем немного времени, чтобы имеющиеся предприятия по переработке резины в крошку перестали в достаточном количестве снабжать предприятия сырьем. Тогда им придется увеличивать производственные мощности, а также будет стимулировать новых людей присоединяться к вопросу утилизации старой резины.

Библиографический список

1. Межгосударственный совет по стандартизации, метрологии и сертификации. «Шины и ободья для легковых автомобилей» (ГОСТ ISO 4000-1-2013) – Москва. Стандартинформ. 2014
2. Емельянов, А.А. Проблема утилизации шин / А.А.Емельянов – Курган. Курганский институт железнодорожного транспорта филиал Уральского государственного университета путей сообщения. Курганский институт железнодорожного транспорта филиал Уральского государственного университета путей сообщения.
3. Проблемы утилизации крупногабаритных автомобильных шин / Дуганов В.Я., Дуюн Т.А., Чуев К.В. [и др.] // Вестник белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова
Том 8 № 11, 2023

УДК 629.3.048.8

РУСЯЕВ В.О., ДУДЧЕНКО Д.Б., КОРЧАЖКИН М.Г.

УЛУЧШЕНИЕ ГОЛОВНОГО ОСВЕЩЕНИЯ АВТОМОБИЛЯ ПОСРЕДСТВОМ УСТАНОВКИ СВЕТОДИОДНЫХ ЛАМП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автомобильные лампы – неотъемлемая часть любого транспортного средства, обеспечивающая безопасность и комфорт движения как в светлое, так и в темное время суток. С каждым годом современные автомобили способны всё быстрее и быстрее передвигаться по дорогам общего пользования, необходимо обеспечить безопасное передвижение автомобиля и в дневное и в ночное время суток. На протяжении истории автомобилестроения происходила постоянная эволюция источников света, от простых галогенных ламп до современных светодиодных и самых новых, лазерных технологий [8]. В своей статье я бы хотел рассмот-

реть улучшение автомобильного света с помощью установки светодиодных ламп в фары автомобиля.

Эволюция автомобильных ламп демонстрирует постоянное стремление к улучшению безопасности и комфорта вождения. Светодиодные лампы в настоящее время являются наиболее распространенным и перспективным решением, но дальнейшее развитие лазерных технологий может в будущем привести к еще более эффективным и безопасным системам освещения автомобилей. Выбор типа лампы зависит от конкретных требований и предпочтений, но тенденция к использованию энергоэффективных и долговечных источников света остается неизменной [9].

Ключевые характеристиками автомобильных ламп:

1. С**ветовой поток (лм):** измеряет количество света, излучаемого лампой [1].
2. **Световая отдача (лм/Вт):** определяет эффективность использования энергии.
3. **Цветовая температура (К):** измеряется в Кельвинах и характеризует оттенок света (белый, желтый, сине-белый).
4. **Срок службы (часы):** время работы лампы до выхода из строя.
5. **Энергопотребление (Вт):** мощность, потребляемая лампой.

Принципиальные отличия конструкции автомобильных фар. Сегодня даже опытные автомобилисты порой имеют весьма поверхностные представления о конструкции фары головного света – такое их многообразие. Главная задача фары головного света – максимально ярко освещать дорогу перед автомобилем и не слепить других участников движения. Прежде всего, это касается ближнего света. По принятым в 1957 году европейским стандартам установлено понятие светотеневая граница (СТГ) с асимметричным светораспределением [6]. СТГ – это такая линия на дороге (примерно в 55-60 метрах перед автомобилем), где луч света должен заканчиваться и переходить в практически полную темноту [4].



Рис. 1. Светотеневая граница

Асимметричность заключается в том, что правая часть светового потока светит дальше, обеспечивая акцентированное освещение правой стороны дороги и обочины. До 80-х годов правильная СТГ достигалась путем отсечения световых пучков фильтрами и шторками, позже появились другие решения [9].

Даже некоторые современные автомобили оснащены фарами с зеркальным параболическим отражателем. Лампа в них располагалась строго по центру, что удобно для дальнего света, когда лучи попадают на всю поверхность отражателя. При включении ближнего света, специальный фильтр не даёт лучам падать на нижнюю часть зеркала. Лампа прикрывается специальным колпачком, который не позволяет свету проходить прямо [3].

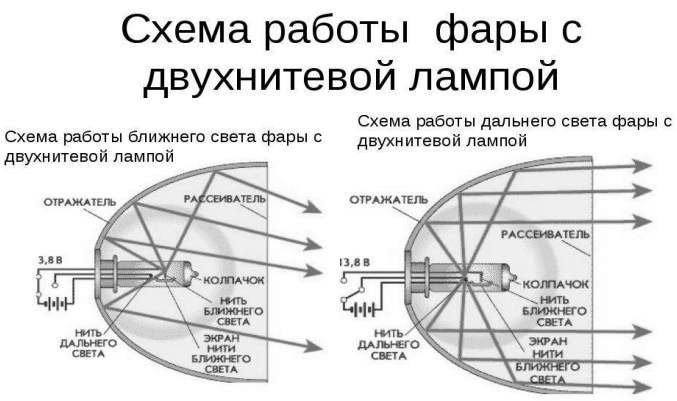


Рис. 2. Схема светового потока

Недостатком таких фар является низкая эффективность. Лишь часть света лампы в итоге попадало на дорогу. Что подтверждает КПД в 27% [2]. Именно с данным типом фар мы и будем работать.

Самым популярным источником света являются галогеновые лампы [7]. Поэтому, возвращаясь к теме моей статьи. Улучшать свет (световой поток) мы будем именно в галогеновых рефлекторных фарах без линз в автомобиле Hyundai Solaris 2020 года. Применять мы будем только современные светодиодные лампы от трех именитых брендов OSRAM, PHILIPS и NARVA, которые можно установить без разбора фары и приобрести в РФ. Как говорилось выше, основная задача – исключить или минимизировать засвет выше СТГ (светотеневой границы) в зоне III [5].

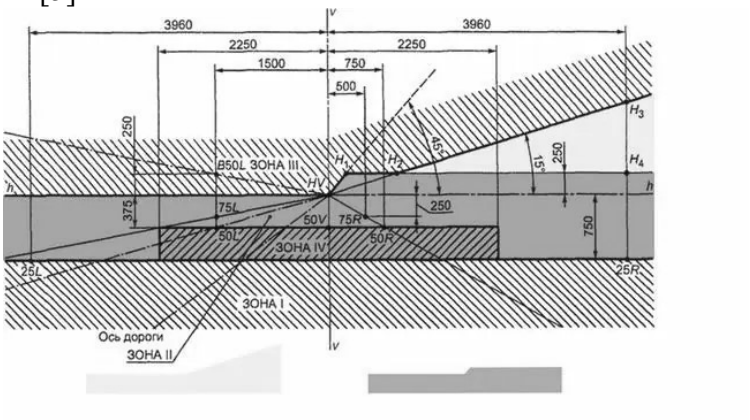


Рис. 3. Зоны освещенности

При выборе светодиодных ламп необходимо в первую очередь обращать внимание на светодиодный чип, используемый в LED лампе. Он должен по форме и размерам в точности повторять нить накала галогеновой лампы. Даже небольшое отклонение может привести к увеличению «ослепления» встречных водителей



Мною были установлены различные лампы в автомобиль Hyundai Solaris 2020 года, далее проведены замеры освещенности люксометром BenetechGM1010 в 6 контрольных точках ниже СТГ и 3 точках выше СТГ в зоне глаз встречных водителей.

Для сравнения я взял несколько ламп разного типа и конструкции, приведенные в табл. 1

Таблица 1

Типы и конструкции ламп

	
Галогеновые лампы OSRAMORIGINAL	Ксеноновые лампы H4 SHO-MEBiXENON
	
Светодиодные лампы KASKUC6	Светодиодные лампы DAWNKNIGHTK5C
	
Светодиодные лампы PHILIPS ULTINON PRO 9000	

Даже не проводя замеры можно понять, что образцы ламп под номерами 2,3 не будут хорошо светить на дорогу, ведь, как сказано ранее, эти лампы по конструкции не схожи с галогеновыми лампами, которые мы принимаем за эталон.

Таблица 2

Результаты замеров

Освещенность в контрольной точке	OSRAM ORIGINAL (Lx)	H4 SHO-ME BiXENON (Lx)	KASKUC6 (Lx)	DAWNKNIGHTK5C (Lx)	PHILIPS ULTINON PRO 9000 (Lx)
1	91	130	67	169	123
2	201	290	123	314	249
3	103	86	88	190	134
4	54	69	34	89	79
5	73	99	44	130	89
6	49	50	59	120	68

Общее значение (Lx)	567	724	415	1012	742
Ослепление в контрольных точках	OSRAM ORIGINAL (Lx)	H4 SHO-ME BiXENON (Lx)	KASKUC6 (Lx)	DAWNKNIGHTK5C (Lx)	PHILIPS ULTINON PRO 9000 (Lx)
7	8,46	34	30	18	9,41
8	9,25	36	22	21	8,06
9	9,03	47	62	19	8,4
Суммарное ослепление встречных водителей (Lx)	26,74	117	114	58	25,87

Выводы

1. Галогеновую лампу OSRAMORIGINAL мы принимаем за эталон. Суммарное слепление от галогеновой лампы составляет 26,74 Lx, это списывается на «вежливую» подсветку дорожных знаков. Фара Hyundai Solaris спроектирована под данную лампу, поэтому ослепление минимальное, но световой поток в «рабочей зоне» очень слабый – 567 Lx. Заливка света плотная, ярко выраженное горячее пятно в центре в точках 4,5.

2. Ксенон H4 SHO-MEBiXENON даёт плотную заливку света, светит ярче галогеновой лампы OSRAMORIGINAL. Суммарный световой поток в «рабочей зоне» 724 Lx, но ослепление выше СТГ почти в 5 раз больше, чем от галогеновой лампы OSRAMORIGINAL и составляет 117 Lx. Такое высокое ослепление недопустимо. Использование ксенона в фаре Hyundai Solaris 2020 неприемлемо.

3. Светодиодные лампы KASKUC6 показали себя очень плохо. Суммарный световой поток от них даже ниже, чем от галогеновой лампы и составляет 415 Lx. А вот суммарное ослепление 114 Lx сравнимо с ксеноновой лампой и в 5 раз больше галогеновой лампы. Это произошло потому, что светодиодный чип лампы KASKUC6 увеличенного размера и расположен ниже, чем нить накала галогеновой лампы. Лампы светят пятнами, нет ярко выраженного центра. Ослепление в точке 9 составляет 62 Lx, свет в зоне глаз встречных водителей даже выше, чем в «рабочей зоне» ниже СТГ. Такие лампы применять в автомобиле нельзя.

4. Светодиодные лампы DAWNKNIGHTK5C очень яркие, суммарный световой поток от них самый сильный – 1012 Lx, почти в два раза сильнее, чем у галогеновой лампы – 567 Lx. Свет имеет плотную заливку, есть лишь небольшое черное пятно в точке 4. Светодиодный чип расположен в правильном месте, повторяет нить накала галогеновой лампы. DAWNKNIGHTK5C показали превышение ослепления в два раза (58 Lx) относительно галогеновой лампы (26,74). Данное ослепление в первую очередь связано с очень высоким световым потоком и особенностью конструкции фары. Применение такие ламп в автомобиле недопустимо.

5. Светодиодные лампы PHILIPSULTINONPRO 9000 показали суммарный световой поток 742 Lx . Увеличение светового потока на 30% больше, чем у галогеновой лампы. При этом ослепление встречных водителей минимальное, даже меньше чем у галогеновой лампы OSRAMORIGINAL. Мы проводим сравнение с хорошей галогеновой лампой, недорогие галогеновые лампы со смещённой колбой могут показывать увеличение потока выше СТГ. Ослепления стало меньше, а световой поток стал больше. Такие лампы можно устанавливать на автомобиль, они не будут «слепить» встречных водителей.

Подводя итоги, можно сказать, что применение светодиодных ламп в автомобиле более чем обосновано, но выбирать лампы нужно с правильным расположением светодиодного чипа, повторяющим расположение нити накала галогеновой лампы. Опыты показали, что такие лампы «ослепляют» водителей даже меньше, чем галогеновые лампы, под которые сконструирована фара. Помимо важных аспектов как световой поток и «ослепление», есть ещё множество факторов, которые говорят в пользу светодиодных ламп:

1. Энергоэффективность. У светодиодных ламп, на данный момент, самая высокая энергоэффективность. Соотношение светового потока к мощности (Lx/Вт) у ламп PHILIP-SULTINONPRO 9000 в три раза выше, чем у галогеновых ламп

2. Долговечность. Светодиоды имеют очень длительный срок службы, измеряемый в десятках тысяч часов. Это значительно дольше, чем у галогеновых ламп, что означает меньшую частоту замены и снижение затрат на обслуживание автомобиля.

3. Мгновенное включение светодиодных LED ламп. Немаловажный фактор для водителя. Если у галогеновой лампы время розжига сравнительно мало, то у ксеноновой лампы оно может достигать 5 с, а до рабочего состояния на 100% ксеноновая лампа может разжигаться 20-30 с.

4. Разнообразие цветовой температуры. Светодиодные лампы можно сделать почти любой цветовой температуры. Для автомобилей, передвигающихся в тяжелых условиях, чтобы минимизировать эффект релеевского рассеивания можно сделать лампы более теплой цветовой температуры 3000-3400 Кельвин, при этом не потеряв в световом потоке.

Библиографический список

1. Приказ Министерства внутренних дел от 02.05.2023 Российской Федерации о порядке проведения проверки технического состояния транспортных средств, включая освещение.
2. Государственный стандарт РФ. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения ламп накаливания, предназначенных для использования в официально утвержденных огнях механических транспортных средств и их прицепов от 07.01.2000.
3. ТР ТС 018/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств.
4. ГОСТ Р 51709-2001 «Освещение для автомобилей»
5. ГОСТ Р 10275-2013 «Светоотражающие устройства для транспортных средств»
6. Единые технические требования к транспортным средствам (Директива Европейского Союза) применимые к странам Европы и России.
7. Отчет BusinesStat от 22.03.2022 о автомобильном свете и применяемых лампах.
8. Белецкий, В.П. История автомобильного освещения.
9. Никольский, Д.Ж. Автомобильные фары. История.

УДК 629

САМСОНОВ П.В., БЕРДНИКОВ. Л.А., СОФРОНОВ А.А.

МЕТАН КАК ПЕРСПЕКТИВНОЕ АВТОМОБИЛЬНОЕ ТОПЛИВО БУДУЩЕГО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Для нас уже давно привычно, что автомобиль заправляют бензином, или дизельным топливом. Эти виды топлива напрямую зависят от запасов обрабатываемой нефти. И неважно, когда эти запасы закончатся через 100 или 200 лет, очевидно, что источник энергии исчерпаем, поэтому необходимо альтернативное топливо. В качестве топлива будущего и выступает газ, метан Уже сейчас многие готовы перейти на метан, отказавшись от других видов топлива. На сегодняшний день метан является перспективным видом топлива и все сильнее набирает обороты.

Популярность автомобилей, оснащенных оборудованием для метанового топлива, стремительно растет. На сегодняшний момент существует уже много производителей, которые реализуют выпуск автомобилей, потребляющих МЕТАН как топлива. Это такие производители, как ГАЗ, УАЗ, КАМАЗ и многие другие.

Преимущества метана как топлива

- **Дешевизна.** Заправка автомобиля МЕТАНОМ обойдется дешевле чем бензином либо дизелем. Невысокая стоимость обуславливается тем, что в России имеются большие запасы данного газа. В дополнение к вышесказанному, метан не требует специальной обработки. Чтобы использовать метан в автомобильном топливе, достаточно его сжать специальным образом.
- **Безопасность.** Метан является летучим веществом легче воздуха, он не взрывается, а улетучивается, следовательно, не представляет опасности. Неоднократно проводились краш-тесты, результаты которых показали, что даже при серьезных авариях баллоны с метаном не повреждаются. Но даже в случаем повреждения газ не способен привести к взрыву, т. к. мгновенно улетучивается при смешивании с воздухом. Метан признан самым безопасным видом топлива, который имеет четвертый класс. По сравнению, например, с бензином, у него третий, у пропана - второй.
- **Чистая экология.** В мире проблема вредных выбросов автомобилей является серьезной проблемой, т. к. мы каждый день дышим загрязненным воздухом. Каждый день мы сталкиваемся с ситуацией, когда большое количество автомобилей, заправляются нефтепродуктами, выбрасывают отработанные вещества в атмосферу. Со временем данная проблема серьезно загрязняет природу. При использовании метана в качестве топлива, количество вредных выбросов сокращается в разы. Не зря метан является самым экологически чистым топливом и имеет стандарт Евро 5.

Недостатки метана как топлива.

- В багажник автомобиля устанавливается объемный газовый баллон, занимающий много дополнительного места. Исключение составляют автомобили с заводским оборудованием. У таких автомобилей баллоны с метаном устанавливаются обычно под раму и не мешают перевозке багажа.
- Малое количество заправок, примерно 5 АГНКС на город средних размеров, где-то и того меньше.
- Обслуживание данного оборудования не дешево, и требует переосвидетельствования баллонов каждые три года.
- Используя топливо метан, вы теряете в мощности двигателя порядка 20%.

Как перейти на данный вид топлива

Чтобы перейти на метан, нужно либо купить автомобиль с установленным метановым оборудованием, либо установить его в специализированном сервисном центре.

В среднем метановая установка обойдется вам в 100 тысяч рублей, но, если вы планируете ездить на своем авто хотя бы в ближайшие пару лет, то данные затраты окупятся приблизительно через 40000 пробега – это в среднем 1-2 года езды.

Посчитаем экономию. Допустим, в год вы проезжаете 30 тыс км. Цена за 1 $м^3$ метана составляет 24 рубля. Расход метана на 100 км – примерно 15 $м^3$. Таким образом, в год на заправку вы потратите приблизительно 150000 рублей. При таком же раскладе, но используя, например, бензин, вы будете тратить в 2-3 раза больше. В среднем, получится сумма около 350000 руб. Следовательно, при использовании метана вы получаете экономию в 200000 руб, но в любом случае экономия будет очевидной, вы будете тратить на заправку, как минимум, в два раза меньше.

В настоящее время у нас в стране развивается активное строительство метановых АГНКС. В ближайшие 10 лет планируется постройка порядка пяти тысяч заправок. Это означает, что в скором будущем практически каждый автовладелец в России сможет перейти на перспективное метановое топливо, отказавшись от бензина и дизеля.

Библиографический список

1. Газовое моторное топливо на основе метан-(ООО ГАЗПРОМ ВНИИГАЗ)
2. Калугин, К.С Особенности использования метана в качестве горючего топлива для жидкостных двигателей

УДК 629.113

СЕМЕНОВ М.О., ЛЕВИН М.Р., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

АКТУАЛЬНОСТЬ ЭЛЕКТРОМОБИЛЕЙ В РОССИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

С каждым годом проблема экологии все чаще поднимается на обозрение. Одним из популярных решений является отказ от автомобилей с ДВС в пользу электромобилей. В наши дни имеется большая разновидность электрокаров на рынке и с каждым годом она лишь увеличивается. Почему же в России электромобиле пользуются малым спросом? На это есть ряд причин.

Отсутствие государственной поддержки

Опыт стран, лидирующих в использовании электромобилей, показывает, что ключевой опорой развития этого рынка является государственная поддержка. Государства, в которых правительство заинтересовано в росте парка электрических машин, прежде всего, озабочены вопросами экологии – снижением выбросов оксидов углерода и азота, а также мелкодисперсных твердых частиц.

Яркий пример такой политики – Китай, где популяризация электромобилей – это одна из стратегий по улучшению экологической обстановки. Продажи машин с нулевым выхлопом начались еще в конце 2000-х годов, а с 2013 года стали стремительно расти. Уже в 2015 году было продано более 145 тысяч штук, а общий парк в то время составил около 225 тысяч машин. За 2017 г. китайские покупатели приобрели почти 800 тысяч электромобилей, а рост в сравнении с 2016 г. составил 53% – то есть, общее число экологически чистых машин уже превысило 1,5 млн. И причина такого стремительного роста заключается именно в государственном стимулировании продаж: правительство развивает сеть зарядных станций и субсидирует покупку электромобилей, обеспечивая им конкурентную на общем автомобильном рынке цену.

Цена на ввоз

Таможенная ставка для ввоза в Россию обычных машин рассчитывается, исходя из возраста и объема двигателя, а для электромобилей применяется другая методика расчета: налог на ввоз рассчитывается исходя из стоимости машины. Учитывая, что новые электромобили и так весьма недешевы, действующая пошлина делает их покупку из-за рубежа доступной лишь богатым энтузиастам: тем людям, которые готовы переплатить за желанную игрушку.

В прошлом для стимулирования спроса на машины с нулевым выхлопом действовали льготные тарифы. К примеру, в феврале 2014 года таможенные ставки для электромобилей были обнулены – и с перерывами такие правила выгодного импорта продержались до осени 2017 года. Сейчас же в странах ЕАЭС, в состав которого входят Армения, Белоруссия, Казахстан, Киргизия и Россия, нулевая ставка пошлины на ввоз автомобилей с электромоторами больше не применяется. На сегодняшний день пошлина на ввоз электромобилей для юридических лиц составляет 15%, а если мощность машины превышает 150 лошадиных сил, то за каждую лошадиную силу нужно уплатить еще 7 долларов акциза (для машин мощностью до 150 лошадиных сил акциз составляет 1 доллар за 1 лошадиную силу). Для физических лиц пошлина еще выше: 48% от стоимости машины [2].

На этом фоне весьма любопытно то, что отказ от обнуления пошлин на электромобили в России инициировало Министерство промышленности и торговли: в ведомстве считают, что нулевые пошлины для электромобилей «негативно влияют на развитие их производства в России». Решение не просто странное, а буквально абсурдное – ведь на практике ни о каком производстве электрических машин в стране даже речи не идет.

Сюда же, к недостаточной государственной поддержке, можно отнести и высокие цены на электромобили. Такие машины действительно недешевы, но в большинстве стран, за-

интересованных в их популярности, государство предлагает субсидии на покупку, компенсируя значительную часть стоимости. В России таких инициативы на государственном уровне даже не обсуждаются – те, кто хочет приобрести электромобиль, могут рассчитывать только на себя.

Для примера самый популярный электромобиль в нашем городе – Evolutei-pro. В России цены начинаются от 2 млн рублей, но если покупать автомобиль в Китае, получается всего в два раза дешевле.

Налог

Аналогичная ситуация – с транспортным налогом. В правительстве неоднократно поднимался вопрос его отмены для электромобилей – однако никакой законодательной реализации он не получил: в Думе сослались на то, что ставки налога могут регулироваться местными властями в регионах, и оставили право отменить налог за ними. Как решили вопрос на местах? Ожидаемо никак – электромобилей слишком мало, чтобы обращать на них внимание, и в результате владельцы экологически чистых машин платят налог на общих основаниях. А учитывая мощность многих электромобилей, это выглядит издевательски: к примеру, в Москве за TeslaModel S в зависимости от мощности нужно отдавать от 45 до 115 тысяч рублей ежегодно. Единственное исключение – Московская область, где в конце 2015 года был принят закон № 173/2015-ОЗ, полностью отменяющий транспортный налог за любую технику, оснащенную исключительно электрическим двигателем [1]. Также сейчас приняты новые требования к оплате утиль-сбора.

Отсутствие зарядной инфраструктуры

Отсутствие инфраструктуры зарядных станций для электромобилей – это вторая по важности причина, по которой электромобили в России не имеют ни настоящего, ни обозримого будущего. Зарядные станции есть далеко не во всех городах России, но сейчас этот аспект заметно развивается.

При этом диалог между государством, инвесторами и потенциальными клиентами заправок напоминает качели: люди не хотят покупать электромобили, потому что их негде заряжать, а государство и тем более частные инвесторы не хотят вкладывать деньги в строительство электрических заправок из-за малого числа потенциальных потребителей. Ситуация парадоксальная – но и людей, и бизнес можно понять: никто не хочет тратить деньги на что-то, что не принесет никакой пользы.

Единственным «двигателем прогресса» в этой ситуации может и должно выступить государство: без поддержки правительства дело с мертвой точки не сдвинется. Однако чиновники активно поддерживают развитие электротранспорта лишь на словах – они не препятствуют строительству зарядных станций, но и оказывать конкретную финансовую поддержку не готовы.

Итоги

Если вы захотели стать обладателем электромобиля в России, приготовьте немалую сумму, из-за малого предложения на рынке машину придется привозить параллельным импортом, тут понадобится еще одна немалая сумма, и если вы проживаете не в крупном городе осталось решить «маленький» вопрос – где его заряжать.

Пути решения

Все зависит от государства, если правительство создаст благоприятные условия, как для китайского автопрома, то электромобили уйдут в массы, по сравнению с автомобилями с ДВС они проще в обслуживании – банально меньше деталей. Но главный вопрос, нужно ли стране с огромными запасами полезных ископаемых, таких как нефть и газ, заниматься развитием электротранспорта?

Библиографический список

1. Закон г. Москвы от 09.07.2008 № 33 «О транспортном налоге»
2. Постановлению Правительства «О ввозе электромобилей в РФ» № 152 от 13.02.2024

3. Джутон Энтони, Бету Оливье, Сабер Кристель. Электромобиль. Устройство, принцип работы, инфраструктура

УДК 658.511.3

СЕРЕБРОВ М.А., МИХЕЕВ А.В.

АНАЛИЗ РАБОТЫ СЛУЖБЫ ГАРАНТИЙНОЙ ПОДДЕРЖКИ АВТОМОБИЛЕЙ В ДИЛЕРСКИХ ЦЕНТРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Государство на законодательном уровне защищает права своих граждан. В связи с чем, покупая в автосалоне новый автомобиль или на вторичном рынке автомобиль, который ещё находится на гарантии, его владелец имеет право на бесплатный ремонт на протяжении всего срока действия гарантийного обслуживания.

Согласно ПП РФ № 2463 автотранспорт отнесен к технически сложным изделиям. Поэтому на него распространяются нормы Закона о защите прав потребителей о гарантийном обслуживании.

Под гарантией понимаются обязательства официального дилера произвести бесплатный ремонт или замену деталей (при наличии заводского дефекта) в установленный производителем гарантийный период.

Порядок действий в этом случае определяется производителем, и он же делегирует полномочия дилеру по признанию/непризнанию такого случая гарантийным.

Требование о проведении ремонтных работ может быть заявлено покупателем в пределах срока гарантии, прописанного в договоре или в сервисной книжке. Если же такой срок составляет менее 2-х лет или не определен производителем — он по умолчанию составляет 2 года — ст. 19 № 2300-1 Закона РФ.

Что вправе потребовать покупатель?

При обнаружении любых дефектов в автомобиле в течение 15 дней с момента его передачи покупатель вправе потребовать — п. 1. ст. 18 № 2300-1 Закона РФ:

- замены на аналогичную/другую (с перерасчетом стоимости) марку (модель/артикул) авто.
- возврата уплаченной стоимости.
- незамедлительного гарантийного ремонта.

По истечении данного срока обращение к дилеру возможно только при выявлении существенных недостатков в автомобиле.

Важно! Если сервисный центр нарушит срок проведения восстановительного ремонта (более 45 дней) либо транспортное средство невозможно использовать из-за неоднократного ремонта более 30 дней в течение каждого года гарантии — покупатель вправе вернуть его и потребовать возврата денежных средств.

Гарантийный период эксплуатации устанавливается по времени и пробегу Техническими условиями предприятия-изготовителя и указывается в Руководстве по эксплуатации, представляя собой период, в течение которого в случае обнаружения в автомобиле недостатка изготовитель (продавец, уполномоченная организация или уполномоченный ИП, импортер) обязаны удовлетворить требования потребителя.

Гарантии, которые предоставляются официальными дилерами, не могут быть ниже сроков, установленных законодательством либо производителем транспортного средства.

В том и другом случаях гарантийные обязательства распространяются лишь на отдельные части транспортного средства, а не на весь автомобиль в целом. Все условия гарантии на автомобиль должны быть указаны в договоре.

Гарантийное обслуживание представляет собой комплекс работ (операций), связанных с реализацией гарантийных обязательств предприятия-изготовителя, и направленных на обеспечение полной работоспособности продукции в гарантийный период эксплуатации. Гарантийное обслуживание включает в себя техническое обслуживание на гарантийном периоде эксплуатации и гарантийный ремонт (замену) продукции. [1]

Что необходимо для поддержания гарантии на автомобиль:

1. Производить на автомашине обязательно сервисное техническое обслуживание (ТО) на станции официального дилера марки на которой будут ещё также производить контрольные осмотры по поиску дефектов ЛКП на кузове транспортного средства.

2. Хранить и беречь, а также обязательно предоставлять сервисную книжку при каждом посещении официального СТО, чтобы мастер заносил в ней отметки о гарантийных и сервисных работах, а также предоставлять в случае неисправности автомобиля гарантийный талон. В случае утери либо порчи сервисной книжки илигарантийного талона, необходимо срочно в обязательном порядке явиться на станцию официального дилера и восстановить утраченные документы, чтобы в дальнейшем не возникало проблем.

3. Производить соблюдение всех правил использования автомобиля описанные в сервисной книжки либо в инструкции по эксплуатации автомашины.

4. Нельзя производить изменение в конструкцию автомашины, а также вносить изменение в программное обеспечение блоков управления.

5. Соблюдать технологию ремонта завода изготовителя, который производится на фирменной станции технического обслуживания.

6. Своевременно устранять неисправности на фирменной станции технического обслуживания.

7. Использовать только исключительно оригинальные расходные материалы и запасные части, которые приобретены и установлены на станции официального дилера марки [5].

Что необходимо произвести, чтобы воспользоваться гарантией.

Приехать в фирменную официальную станцию технического обслуживания и предоставить следующую документацию:

- гарантийную книжку;
- сервисную книжку;
- свидетельство о регистрации автомашины;
- документы, которые могут подтверждать право управлять автомашиной (если это необходимо, например юридическое лицо).

Предоставить фирменной станции технического обслуживания свою автомашину для проведения диагностических работ. В случае невозможности приехать на автомашине своим ходом в случае поломки, необходимо обратиться на ближайшую официальную сервисную станцию марки, привезя автомобиль на эвакуаторе для проведения диагностики и ремонта. Если неисправность автомашины будет найдена и подтверждена, а также окажется виной завода-изготовителя, то весь ремонт и диагностика будет происходить за счёт завода-изготовителя [5].

Гарантийный период на автомашины малого и среднего ценового сегмента.

Общая гарантия на данные автотранспортные средства составляет 36 месяцев (3 года) или 100000 км пробега. Некоторые производители для своих автомобилей премиум сегмента дают гарантию 72 месяца (7 лет) или 150000 км. Срок гарантии на кузовные панели составляет у различных производителей от 6 до 12 лет. В случае если осмотр кузовных панелей и лкп произведено не вовремя или просрочено, то согласно сервисной и гарантийной книжки, гарантия на кузовные элементы автомашины утрачивается. В течении первого года владения новым автомобилем контрольный осмотр кузова производится не позднее, чем первое техническое обслуживание. Начало гарантийного срока — это день передачи автомашины первому владельцу и дата в ДКП.

Гарантия на отдельные узлы или агрегаты у многих производителей имеют некоторые ограничения. Как пример рассмотрим автомобили марки OMODA/JAECOO.

Гарантия в 3 (три) месяца или 5 000 км пробега, в зависимости от того, что наступит ранее, устанавливается для следующих компонентов Автомобиля JAECOO:

- стартерная аккумуляторная батарея;
- свечи зажигания;
- тормозные колодки и накладки;
- элементы остекления кузова, включая внешние зеркала заднего вида;
- щетки системы стеклоочистителей;
- тормозные диски;
- механизм сцепления механической коробки передач.

Гарантия в 1 (один) год или 30 000 км пробега в зависимости от того, что наступит ранее, устанавливается для следующих компонентов Автомобиля JAECOO:

- внешние декоративные элементы отделки кузова;
- система обогрева стекол;
- выдвижные электрические пороги.

Гарантия 3 (три) года или 60 000 км в зависимости от того, что наступит ранее:

- рулевые тяги и наконечники рулевых тяг;
- сайлент-блоки, шаровые шарниры, рычаги подвески, резинометаллические и резиновые опорные элементы ходовой части, стойки стабилизатора, ступичные подшипники;
- рулевое колесо;
- амортизаторы и пружины передней и задней подвески, а также их пыльники, упругие упорные элементы;
- прочие резинотехнические изделия (пыльники, уплотнения и прокладки).

Гарантия на Автомобиль JAECOO, используемый в коммерческих целях (сервисы аренды, такси, каршеринга), составляет:

- 1 (один) год или 100 000 км. пробега или 3 (три) года или 100,000 км. для автомобилей, оснащенных телематической системой на регулярной основе передающей данные о пробеге автомобиля, а также на регулярной основе проходящих регламентное техническое обслуживание у официальных дилеров марки JAECOO в зависимости от того, что наступит ранее со следующими ограничениями и исключениями, указанными ниже. [4]

На некоторые комплектующие автомашины установлена гарантия до первого технического обслуживания, проводимого на 5000 км пробега, а именно нулевое техническое обслуживание.

Произведение работ по регулировке и заправке, а также произведение устранений различных поломок эксплуатации и работы, производимые по талонам в ходе технического обслуживания и контрольных осмотровых работ по проверки состояния лакокрасочного и антикоррозийного покрытия кузова, делаются за счет потребителя (владельца автомашины). За счет автовладельца также производятся работы по диагностики, проводимые по инициативе владельца и не как не имеющие связь с устранением различных неисправностей, которые возникли по вине завода изготовителя в рамках периода гарантийного срока.

Не распространяется гарантия на следующие вещи:

- в случае, когда производится нарушение эксплуатации автомобиля, описанное по сервисной книжке;
- на посторонние звуки и шумы, не влияющие на работоспособность автомобиля;
- на естественный износ деталей;
- на детали, которые подвергались механическим воздействиям;
- расходные материалы;
- неисправности, возникшие вследствие некачественных горюче-смазочных материалов, которые не рекомендует использовать завод изготовитель;
- неисправные детали без оригинальной маркировки;
- изменение заводских настроек параметров электронных блоков управления и прочей электроники.

Библиографический список

1. Закон РФ от 07.02.1992 N 2300-1 (ред. от 08.08.2024) "О защите прав потребителей"
2. Федотов, А. И. Технология и организация диагностики при сервисном сопровождении. М.: Издательский центр «Академия»,2015.347с.
3. Пилипенко, А. В. Анализ работы службы гарантийных отделов в дилерских центрах / А. В. Пилипенко, Т. А. Мешечко. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2021. — № 15 (357). — С. 34-37.
4. Условия гарантии автомобилей OMODA&JAECOO/ — «АО ЧЕРИ АВТОМОБИЛЕ РУС». — 2022. —С. 1-22.
5. Внутренняя документация по гарантийной поддержке автомобилей OMODA&JAECOO ГК «Нижегородец Восток»

УДК 658.515

СЕРЕБРОВ М.А.

МАСТЕР-ПРИЁМЩИК — СВЯЗНОЙ МЕЖДУ КЛИЕНТАМИ И СТО ДИЛЕРСКОГО ЦЕНТРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Любому отделу сервисного обслуживания требуется в коллективе специальный человек, который возьмёт на себя общение с клиентами, допродажи, отработку возражений и претензий, а еще будет оформлять все документы на поступающие в ремонт машины. Человек, который станет связным между клиентом и автослесарями, называется «мастер-приёмщик».

В первом приближении мастер-приёмщик (МП) – это связующее звено между клиентом автосервиса и ремонтной зоной. Что это значит? Он превращает запросы клиента в рабочие задания для механиков, а клиенту на понятном языке объясняет все технические моменты в ремонте его авто. Если же вдаваться в подробности, работа мастер-приемщика имеет много граней, и для каждой нужен особый навык или даже талант.

Чтобы понять, какие компетенции нужны хорошему приёмщику, следует для начала определить его задачи.

Мастер-приемщик должен следовать чек-листу. Рабочий цикл МП-это две составляющие в обслуживании клиента ДЦ. МП должен принять автомобиль и выдать его.

Приемка автомобиля осуществляется в несколько этапов производственного цикла. В первую очередь МП должен поприветствовать клиента подошедшего к стойке приема на сервисное обслуживание и представиться по стандартам бренда. Узнать имя клиента. Обратить внимание клиента на то, что ему готовы помочь и его внимательно слушают.

От МК требуется выяснить цель визита клиента ДЦ. Для этого нужно выполнить опрос, выяснить, что его беспокоит в автомобиле или же он приехал на плановое обслуживание. Зафиксировать все комментарии клиента в причине обращения заказ-наряда.

Далее необходимо выполнить интерактивную приемку. Автомобиль заезжает на пост прямой приемки. Мастер-консультант должен вместе с владельцем выполнить визуальный осмотр автомобиля, в диагностическом листе прописать комментарии по наличию/отсутствию повреждений по ЛКП, уровню технических жидкостей, наличие комплектности инструмента и запасного колеса, работу функционала автомобиля. Также уже на этом этапе необходимо предложить клиенту дополнительное оборудование, которое, по мнению МП, может быть установлено на автомобиль и быть полезным для владельца.

Если в процессе осмотра нашлись новые неисправности, следует предложить клиенту включить их в задание на ремонт. Некритичные дефекты, которые клиент не хочет устранять

сейчас же, следует занести в раздел рекомендованных работ заказ-наряда. Спустя несколько недель или месяцев мастер может позвонить клиенту с напоминанием и записать на повторный визит – так у автосервиса станет на одного постоянного клиента больше.

После выполнения интерактивной приемки автомобиль перемещается на пост мойки, а затем на функциональную диагностику.

Если уже в цехе автослесарь обнаружит новую неисправность, мастеру-приемщику надо согласовать с владельцем машины новые стоимость и сроки ремонта.

После выполнения работ, перед мастером-приемщиком стоит задача выдать автомобиль. Перед этим МП должен проверить качество и полноценность выполненной работы исполнителя ремзоны. Далее идет работа с владельцем машины. МП должен провести небольшую презентацию: показать и рассказать о проделанной работе, продемонстрировать замененные запасные части. Указать на то, что следует сделать в следующий заезд. А если автомобиль теперь в идеальном состоянии, то пригласить на следующее плановое техобслуживание.

Подводя итог, можно сказать, что для мастера-приемщика является главной задачей умение убеждать и продавать, но так, чтобы клиент проникся симпатией к сервису дилерского центра. Разумеется, при этом работа над машиной должна быть выполнена безукоризненно, иначе никакая харизма приёмщика не поможет [1].

1. Мельников, Д.В. Продажи услуг автосервиса. Пособие для мастеров приемщиков и руководителей СТО /2020 г. – 108-112 стр.

УДК 658.511.4

СЕРЕБРОВ М.А.

ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОТЗЫВНОЙ И СЕРВИСНОЙ КАМПАНИИ В РАМКАХ ПОСТПРОДАЖНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В ДИЛЕРСКИХ ЦЕНТРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

После продажи автомобиля завод-изготовитель рекомендует некоторым моделям произвести отзывные, сервисные кампании. Данная процедура характерна для всех мировых брендов, для всех марок автомобилей. На всем периоде эксплуатации автомобиля есть вероятность наличной отзывной, сервисной кампаний. В настоящее время вопрос о кампаниях актуален для владельцев транспортных средств [3]. В данной статье постараемся разобраться, что такое кампании от завода-изготовителя и для чего они производятся.

Отзывная кампания – это проактивная акция по ремонту автомашин, которая может иметь недочёты с безопасностью или законодательными нормативами. Дилеру необходимо в нужном порядке предпринять меры как можно скорее для того, чтобы уменьшить любые потенциальные риски для автовладельцев. Дилеру необходимо произвести связь с клиентом, чтобы направить на ремонт его на автомобиле при первой необходимости. Дилер будет иметь информацию в Бюллетене о Кампании относительно Типа кампании.

Сервисные кампании – это меры, которые используются для проведения ремонтов автомашин с потенциальными проблемами, которые существенно снижают степень удовлетворенности клиентов или отрицательно влияют на имидж марки. Эти кампании должны быть реализованные различными способами, например: письмо автовладельцу – связаться с хозяином автомашины и направить его на автомашине к дилеру с целью проведения ремонта.

Продление гарантии – ремонт может происходить только, когда есть жалобы клиента, т. е. когда клиенты пересекаются с поломкой, как сказано в инструкции, вне предоставленно-

го гарантийного периода. Дилер должен быть информирован в бюллетене о наличии кампаний относительно типов сервисных кампаний.

Завод-изготовитель предоставит определительный спектр и список автомашин, по которым дилерам необходимо произвести кампании, дилерам требуется использовать горячие телефонные базы данных клиентов или запросить у местных органов.

При открытии новой отзывной или сервисной кампании завод-изготовитель обязан оповестить об этом официальный дилер. Со стороны завода-изготовителя отправляется бюллетень, который содержит сведения:

1. Наименование проводимой кампании, причины возникновения, последствия.
2. Информация об автомобилях, попадающих под действие данной кампании: марка, модель, год выпуска.
3. Сведения об используемых запасных частях, расходных материалов, если таковые имеются.
4. Порядок проведения кампании.
5. Сведения о трудозатратах, с учетом нормо-часов компании, затрачиваемых на проведение кампании [2].

При проведении отзывных и сервисных кампаний действия сотрудников дилерских центров такие же, как и при обращении клиента с заявленной причиной.

Открывается заказ-наряд, в котором прописывается информация о проводимой кампании, перечисляются используемые расходные материалы, если такие имеются. Подписывается заказчиком и исполнителем. Пакет документов стандартный, как и при обращении по сервисному обслуживанию.

Если автомобиль попадает под отзывную кампанию, связанную с безопасностью при эксплуатации автомобиля, владельца обязаны уведомить в письменной форме и пригласить для проведения необходимых операций.

Отличия отзывной и сервисной кампании заключается в том, что при поступлении бюллетеня по отзывной кампании официальный дилер обязан оповестить собственника транспортного средства о наличии такой компании. При посещении дилера мастер-приемщик обязан проверить по VIN-номеру автомобиля наличие открытых кампаний и незамедлительно их произвести. При сервисных кампаниях официальный дилер не обязан сообщать владельцам. Сервисную кампанию незамедлительно проведут при обращении владельца в дилерский центр.

Данные мероприятия проводятся силами официальных дилерских центров за счёт производителя автомобилей, а начинаться могут после получения данных по результатам гарантийных обращений.

Открытые отзывные, сервисные кампании могут распространяться на любой автомобиль, не зависимо от сроков гарантийного периода [1].

В России сервисные кампании потребители зачастую воспринимают как показатель ненадежности автомобилей данной марки. Поэтому даже иностранные автопроизводители порой предпочитают не придавать огласке информацию об отзыве автомобилей. Действительно проведение сервисных кампаний практикуют все без исключения мировые автопроизводители, причем не застрахованы от неисправностей и премиальные бренды.

В рамках проведения сервисных кампаний дилеры проверяют автомобили на предмет возможных неполадок, вероятность возникновения которых крайне мала. Компания уделяет особое внимание качеству производимых автомобилей. После продажи компания постоянно оценивает, как автомобили ведут себя в период эксплуатации. Время от времени возникают ситуации, когда отдельные составляющие или характеристики автомобилей не вполне соответствуют установленным производителем высоким стандартам качества. В таких случаях компания открыто объявляет о проведении сервисной кампании и бесплатно, диагностирует и ремонтирует автомобили клиентов».

Практически все автопроизводители периодически проводят отзывные кампании, в ходе которых проводится бесплатное устранение дефектов, обнаруженных еще до обраще-

ния владельцев автомобилей, или осуществляется доработка конструкции автомобиля для предотвращения появления дефекта. Под отзыв подпадают все автомобили, произведенные в период установки возможно дефектной детали. Но это не означает, что каждый из этих автомобилей имеет дефект.

Для потребителей проведение отзывной, сервисной кампании должно является одним из положительных моментов обслуживания у официальных дилеров. При выполнении кампаний автомобиля производится технологическая мойка кузова и ковров, а также визуальный осмотр автомобиля, определение его технического состояния. Все проведенные работы для владельцев транспортных средств являются бесплатными.

Производитель продолжает заботиться о клиенте, следит за качеством функционирования всего автомобиля на всем периоде эксплуатации и при необходимости старается предотвратить преждевременный износ.

Проведение кампаний носит рекомендуемый профилактический характер. По желанию владельца их могут произвести у любого официального дилера.

Таким образом, своевременное выполнение кампаний предотвращает выход из строя узлов автомобиля, исключает в дальнейшем дорогостоящий ремонт и способствует поддержанию работоспособности и долговечности агрегатов автомобиля [1].

Библиографический список

1. Пилипенко, А. В. Анализ работы службы гарантийных отделов в дилерских центрах / А. В. Пилипенко, Т. А. Мешечко. –Текст : непосредственный // Молодой ученый. – 2021. – № 15 (357). – С. 32-37.
2. Условия гарантии автомобилей OMODA&JAECOO/ – «АО ЧЕРИ АВТОМОБИЛЕ РУС». – 2022. –С. 1-22.
3. Внутренняя документация по гарантийной поддержке автомобилей OMODA&JAECOO ГК «Нижегородец Восток»

УДК 658.6

СЕРЕБРОВ М.А.

РАЗРАБОТКА И РЕАЛИЗАЦИЯ ПРОГРАММЫ ЛОЯЛЬНОСТИ В ОФИЦИАЛЬНЫХ ДИЛЕРСКИХ ЦЕНТРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В наше время конкуренция между дилерскими сетями становится все более острой в силу нескольких факторов. Одним из наиболее значимых факторов является распространение информации и технологий, которые облегчили потребителям поиск и сравнение цен, характеристик и услуг, предлагаемых различными дилерскими центрами. Другим фактором является изменение потребительских предпочтений и ожиданий. Современные потребители требуют более персонализированных и удобных услуг, таких как онлайн-покупки, доставка на дом и прозрачное ценообразование. В результате дилерские центры вынуждены предоставлять инновационные и ориентированные на клиента услуги, чтобы удержать и привлечь клиентов [1]. Чтобы оставаться конкурентоспособными в этой среде, дилерские сети должны адаптироваться к этим изменениям, внедряя технологии, предлагая персонализированные услуги и выстраивая прочные отношения с клиентами. Они также должны сосредоточиться на дифференциации себя от конкурентов, предлагая уникальные ценностные предложения, такие как:

- превосходное обслуживание клиентов,
- инновационные варианты финансирования,
- эксклюзивные модели или бренды.

В конечном итоге успех дилерских сетей в наше время зависит от их способности удовлетворять меняющиеся потребности и ожидания своих клиентов, сохраняя при этом прибыльность и рост. Для эффективной конкуренции современным дилерским сетям необходимо устанавливать лояльные отношения с клиентами. Для этого необходима продуманная программа лояльности [2].

Программа лояльности в сети автосалонов – это маркетинговая стратегия, направленная на поощрение и удержание клиентов, которые регулярно покупают или обслуживают свои автомобили в дилерском центре. Целью программы лояльности является создание долгосрочных отношений между клиентом и дилерским центром путем стимулирования клиента продолжать вести дела с дилерским центром. Как правило, программа лояльности в сети автосалонов предлагает своим участникам различные преимущества, такие как скидки на сервис и запчасти, бесплатное техническое обслуживание, бесплатную автомойку, эксклюзивный доступ к специальным мероприятиям или акциям. Программа также может предлагать баллы или вознаграждения, которые накапливаются со временем и могут быть обменены на будущие покупки или услуги.

Существует целый ряд инструментов, которые сети автосалонов могут использовать для программ лояльности клиентов, в зависимости от целей программы и ресурсов дилерского центра. Перечислим некоторые из основных инструментов, которые сети автосалонов используют для программ лояльности клиентов.

- Программное обеспечение для управления взаимоотношениями с клиентами (CRM). Оно позволяет дилерским центрам отслеживать поведение и предпочтения клиентов, сегментировать их по демографическим характеристикам или истории покупок, а также автоматизировать коммуникации и работу с клиентами. Интегрируя данные программы лояльности с программным обеспечением CRM, дилерские центры могут предоставлять клиентам персонализированную поддержку и вознаграждения и улучшать общее впечатление от обслуживания клиентов;
- Программы вознаграждений. Программы вознаграждений являются основным компонентом программ лояльности клиентов. Дилерские центры могут предлагать такие вознаграждения, как скидки на будущие покупки или услуги, бесплатную мойку автомобиля или замену масла, эксклюзивный доступ к мероприятиям или акциям, а также персонализированную связь и поддержку.
- Программы поощрения стимулируют клиентов возвращаться в дилерский центр за будущими покупками и услугами и помогают создать базу лояльных клиентов;
- Мобильные приложения. Мобильные приложения становятся все более популярными для программ лояльности, поскольку они обеспечивают удобный и доступный способ для клиентов отслеживать вознаграждения, совершать покупки и взаимодействовать с дилерским центром;
- Отзывы клиентов и опросы. Сбор отзывов и мнений клиентов имеет решающее значение для улучшения клиентского опыта и совершенствования программлояльности. Дилерские центры могут использовать опросы или формы обратной связи для сбора отзывов клиентов о предложениях программы, качестве обслуживания и общей удовлетворенности. Эта обратная связь может быть использована для внесения корректировок в программы лояльности, а также для улучшения других аспектов деятельности дилерского центра

Используя эти инструменты, дилерские центры могут создать базу лояльных клиентов и развивать свой бизнес [2].

1. Определение цели программы. Первым шагом в разработке программы лояльности является определение целей программы. Для этого необходимо определить, чего дилерский центр надеется достичь с помощью программы, например, повысить уровень удержания клиентов, улучшить их удовлетворенность или увеличить доход.
2. Определение потребностей клиентов. Это можно сделать с помощью опросов.
3. Разработка предложений программы. Исходя из целей программы и потребностей клиентов, дилерский центр может разработать предложения для программы лояльности. Это

могут быть скидки на будущие покупки или обслуживание, эксклюзивный доступ к мероприятиям или акциям, а также персонализированные коммуникации и поддержка

4. Внедрение программы. После разработки предложений программы дилерский центр может приступить к реализации программы лояльности. Это может включать в себя обучение персонала особенностям и преимуществам программы, информирование клиентов о программе с помощью маркетинговых и рекламных кампаний, а также интеграцию программы в систему управления взаимоотношениями с клиентами (CRM) дилерского центра; Мониторинг и корректировка программы. После запуска программы дилерским центрам важно отслеживать ее эффективность и при необходимости вносить коррективы

В целом, разработка программы лояльности для сети автосалонов требует тщательного планирования и внимания к потребностям и предпочтениям клиентов. Разрабатывая программу, которая соответствует целям дилерского центра и обеспечивает значимую ценность для клиентов, дилерские центры могут повысить уровень удержания клиентов, улучшить их удовлетворенность и расширить свой бизнес [2].

Библиографический список

1. Иванова, Н. Е. Лояльность персонала как феномен // Научный вестник Южного института менеджмента. 2019. № 2. С. 23-28.
2. Юдакова, О. В. Применение программ лояльности клиентов в маркетинге торговых каналов // Экономика и предпринимательство. – 2022. – № 1(138). – С. 838-840.

УДК 656.025.4

СИЗОВА А.С., КУЛЯЗИН А.Д., ЧУРАЕВ С.Е.

МОДИФИКАЦИЯ ЗАДАЧИ VRP С ВРЕМЕННЫМ ОКНОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В данной работе подробно рассмотрена задача маршрутизации транспорта с временными окнами и ограниченной грузоподъёмностью. В ходе работы рассматриваются различные эвристические и мета-эвристические алгоритмы, применённые к данному типу задач.

Проблема маршрутизации транспорта (VehicleRoutingProblem –VRP) впервые была сформулирована в статье [1], как обобщенный случай задачи коммивояжера, где была поставлена математическая формулировка, и решена задача о поставке бензина на заправочные станции. На сегодняшний день эта задача является одной из значимых и актуальных задач в области современной комбинаторной оптимизации.

В данной работе исследуется задача, в которой вводится ограничение на то, что транспортное средство имеет конкретную вместительность, и каждый клиент может быть обслужен только в индивидуальное временное окно (Capacitated VRP withTimeWindows — CVRPTW).

Сформулируем теперь математическую постановку задачи маршрутизации автотранспорта с ограничением по времени (VRPTW, VehicleRoutingProblemwithTimeWindow)

Данную задачу можно представить в виде графа G = (N, A), N = n + 1, где: n – множество вершин, равное числу клиентов (вершины 1, 2, …, n), а также исходное t депо, откуда начинают и заканчивают свой маршрут все автомобили (вершина n+1); A – дуги, соединяющие вершины графа.

Введем следующие обозначения:

C – множество клиентов, $|C| = n$, а c_i, c_j – i-й и j-й клиенты;

$(i, j) \in A$ – дуга, соединяющие вершины графа;

d_i – спрос i-го клиента;

t_{ij} – время перевозки по дуге (i, j), в том числе время обслуживания клиента i и время переезда от клиента i к клиенту j;

c_{ij} – стоимость перевозки груза от клиента i к клиенту j;

V – число идентичных автомобилей одинаковой грузоподъемности q, k ∈ V;

$[a_i, b_i]$ – промежуток времени, в течение которого должен быть обслужен i-й клиент;

S_i^k – время прибытия k-го автомобиля к i-му клиенту; время отправления издепо для всех автомобилей равно 0;

X_{ij}^k – переменная, принимающая значения {0, 1} и характеризующая направление движения автомобиля: $X_{ij}^k = 1$ – если автомобиль двигается от клиента i кклиенту j; $X_{ij}^k = 0$ – если автомобиль двигается в обратном направлении.

С учетом принятых обозначений можно записать:

$$F = \sum_{k \in V} \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} X_{ij}^k \rightarrow min$$

при ограничениях:

$$\sum_{k \in V} \sum_{j \in N} X_{ij}^k = 1, \forall i \in C$$

$$\sum_{i \in C} d_i \sum_{j \in N} X_{ij}^k \le q, \forall k \in V$$

$$\sum_{j \in N} X_{0j}^k = 1, \forall k \in V$$

$$\sum_{j \in N} X_{ih}^k - \sum_{j \in N} X_{hj}^k = 0, \forall h \in C, \forall k \in V$$

$$\sum_{j \in N} X_{i,n+1}^k = 1, \forall k \in V$$

$$\sum_{j \in N} X_{ij}^k (S_i^k + t_{ij} - S_j^k) \le 0, \forall (i,j) \in A, \forall k \in V$$

$$a_i \le S_i^k \le b_i, \forall i \in N, \forall k \in V$$

$$X_{ij}^k \in \{0,1\}, \forall (i,j) \in A, \forall k \in V.$$

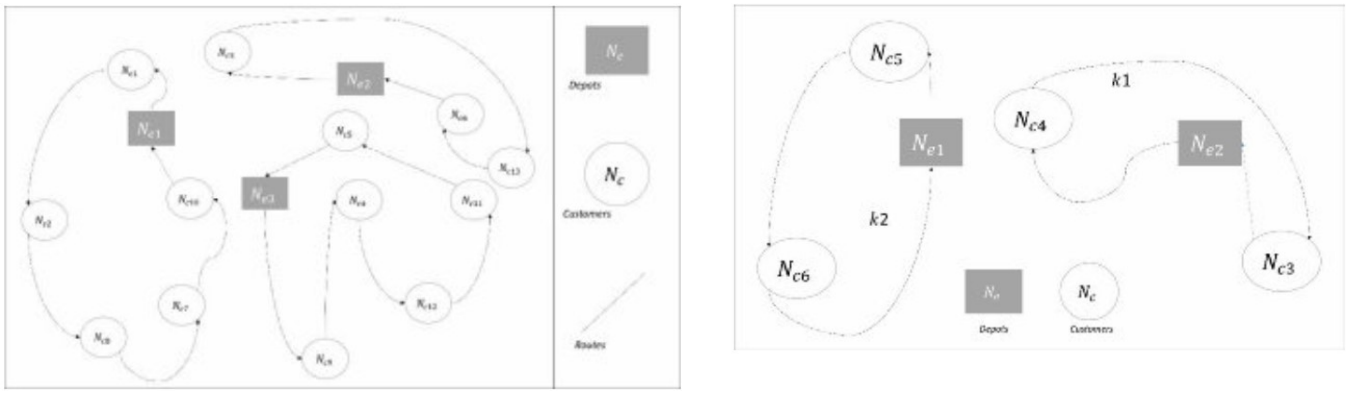


Рис.4 Реализация алгоритма: а) без решения б) с решением

Основные методы решения данной задачи с большим количеством клиентов – это эвристические и метаэвристические методы. Наилучшие результаты при решении тестовых задач дают гибридные алгоритмы, направляемые глобальной эвристикой (метаэвристикой), которая в свою очередь в процессе поиска на промежуточных этапах использует различные методы улучшения маршрута, основанные на методе локального поиска. Эффективными являются различные постоптимизационные процедуры, которые позволяют улучшить кон-

кретное конечное решение. Приемы адаптации алгоритма к условиям текущей задачи (на различных этапах поиска применяются различные части алгоритма) тоже дают хорошие результаты.

Библиографический список

1. Пелешок, И. А. Методы и алгоритмы эффективного решения задачи маршрутизации транспорта на сетях больших размерностей / И. А. Пелешок, Е. В. Василевская, А. С. Кулаков. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 16 (306). — С. 3-7. — URL: https://moluch.ru/archive/306/68932/ (дата обращения: 13.04.2025).
2. 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 626.9

СОКОЛОВ А.А., ЮРОВ А.М.

ВЫБОР ТИПА ПОДОГРЕВАТЕЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В зависимости от условий эксплуатации транспортных средств, правильный выбор предпускового подогревателя играет важную роль в обеспечении надежной работы автомобиля в различных климатических и дорожных условиях. Подогреватели бывают двух основных типов: электрические и топливные, и их выбор зависит от множества факторов, таких как рельеф местности, тип покрытия дороги и доступ к электросети. В целях разграничения условий технической эксплуатации автомобилей на категории и составления технического регламента работ по ТО и ремонту, согласно «Положению о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта», дорожные покрытия делятся на группы [1]:

$Д_1$ – цементобетон, асфальтобетон, (брусчатка и мозаика на бетонном основании в настоящее время практически не используется);

$Д_2$– битумоминеральные смеси (щебень или гравий, обработанные битумом);

$Д_3$ – щебень (гравий) без обработки, дегтебетон;

$Д_4$ – булыжник, колотый камень, грунт и малопрочный камень, обработанные вяжущими материалами, зимники;

$Д_5$ – грунт, укрепленный или улучшенный местными материалами, лежневые и бревенчатые покрытия (для целей учебной дисциплины, в силу незначительных отличий, в эту группу включено также покрытие:

$Д_6$ – естественные грунтовые дороги; временные внутрикарьерные и отвальные дороги; подъездные пути, не имеющие твердого покрытия).

Таблица 1

Категории условий эксплуатации

Условия движения	*Рельеф местности*	*Группы дорог*				
		$Д_1$	$Д_2$	$Д_3$	$Д_4$	$Д_5$
За пределами пригородной зоны	$Р_1$	I	II	II	II	IV
	$Р_2$					
	$Р_3$					
	$Р_4$					
	$Р_5$					
В малых городах менее 100 тысяч человек и в пригородной зоне	$Р_1$	II	II	III	III	V
	$Р_2$					
	$Р_3$					
	$Р_4$					
	$Р_5$					
В крупных городах более 100 тысяч человек	$Р_1$				IV	
	$Р_2$					
	$Р_3$					
	$Р_4$					
	$Р_5$					

Типы рельефов местности, где расположена автомобильная дорога, определяются высотой над уровнем моря и обозначаются русской буквой «Р» с цифровым символом, соответствующим рельефу местности[1]:

– $Р_1$ – равнинный (до 200м);

– $Р_2$ – слабо холмистый (от 200 до 300м);

– $Р_3$ – холмистый (от 300 до1000м);

– $Р_4$ – гористый (от 1000 до 2000м);

– $Р_5$ – горный (более 2000м).

Электрические подогреватели идеально подходят для эксплуатации в условиях равнинного и слабо холмистого рельефа (Р1 и Р2), а также для дорог с твердыми покрытиями, такими как асфальтобетон (Д1) или битумоминеральные смеси (Д2), поскольку такие условия преобладают в городских и пригородных зонах, где доступ к электричеству не ограничен.

Преимущества электрического подогревателя [2]:

- Экономичность: не требуется топлива, только электрическая энергия.
- Удобство эксплуатации: легче в обслуживании и установке.
- Экологичность: не выделяет вредных выбросов.

Ограничения:

- Требует стабильного подключения к электросети, что ограничивает его использование в удаленных районах или местностях с нестабильным электроснабжением.

Топливные же подогреватели рекомендуется использовать в гористых и горных районах (Р3, Р4 и Р5), а также на дорогах с менее прочными покрытиями (Д3, Д4, Д5). Этот тип подогревателя будет более практичен в таких местах, потому что эти условия чаще находятся в удаленных или труднодоступных регионах, где доступ к электрической сети ограничен.

Преимущества топливного подогревателя [2]:

- Автономность: работает на топливе, не требует подключения к сети 220 В.

Ограничения:

- Требует топлива, что увеличивает эксплуатационные расходы.
- Может разряжать аккумулятор, хотя в условиях движения это компенсируется генератором.

Рекомендации для условий, приведённых в табл. 1.

1. **В условиях движения "За пределами пригородной зоны"**
Для эксплуатации в удаленных и труднодоступных местах, где электрическая сеть ограничена, рекомендуется использовать **топливный подогреватель**. В таких условиях важно обеспечить автономность работы подогревателя, и топливный вариант будет наиболее эффективным. Кроме того, хотя топливный подогреватель разряжает аккумулятор, в движении генератор автомобиля способен быстро восстанавливать заряд батареи.

2. **В условиях движения "В малых городах и пригородной зоне"**
В малых городах (менее 100 тысяч человек) и пригородных зонах можно использовать как электрические, так и топливные подогреватели. Если в этих районах доступ к электросети стабилен (например, на парковках или в гаражах), **электрический подогреватель** будет удобным и экономичным выбором. Он не требует топлива и проще в обслуживании. Однако если доступ к сети ограничен, особенно в более удаленных местах, **топливный подогреватель** станет лучшим вариантом, обеспечивая работу без зависимости от электроснабжения.

3. **В условиях движения "В крупных городах" (более 100 тысяч человек)**
В крупных городах, где стабильно обеспечен доступ к электросети, рекомендуется использовать **электрический подогреватель**. Он экономичен, экологичен и прост в эксплуатации. В городских условиях, где плотный трафик и частые пробки, топливный подогреватель может создавать дополнительные проблемы, так как в пробках генератор автомобиля не может эффективно заряжать аккумулятор, и разряженная батарея может стать проблемой. Электрический подогреватель в таких случаях будет более удобным и безопасным выбором.

Библиографический список

1. Кузьмин, Н. А. Основы работоспособности технических систем: учебное пособие / Г. В. Борисов, Н. А. Кузьмин; Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2020. – 116 с.
2. Найман, В. С. «Всё о предпусковых обогревателях и отопителях» / В. С. Найман. — М.: ТехноПРЕСС, 2015. — 240 с.

УДК 62-69

СОКОЛОВ А.А., ЮРОВ А.М., АРХИПОВ А.Н.

ВЛИЯНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕДПУСКОВЫХ ПОДОГРЕВАТЕЛЕЙ НА РЕСУРС ДВИГАТЕЛЯ, ЭКОНОМИЧНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные автомобили и грузовики, особенно в условиях холодных климатических регионов, требуют особого внимания к системам подготовки к запуску в холодное время года. Одним из таких решений, значительно повышающих эффективность работы двигателя в зимний период, является предпусковой подогреватель. Этот прибор предназначен для предварительного прогрева двигателя перед запуском, что снижает нагрузку на двигатель, улучшает его работу и уменьшает воздействие на экологию.

Предпусковой подогреватель — это устройство, которое нагревает охлаждающую жидкость перед его запуском. Прогревание снижает нагрузку на систему пуска, улучшает запуск двигателя в условиях низких температур. Подогреватель может работать как от электрической сети (в домашних условиях или на парковке), так и от топлива автомобиля, что делает его универсальным решением [1].

Однако, несмотря на очевидные преимущества, возникает ряд вопросов относительно того, как предпусковой подогреватель влияет на ресурс двигателя, расход топлива и экологическую ситуацию.

Одной из главных причин, по которой водители устанавливают предпусковые подогреватели, является желание продлить срок службы двигателя. Это связано с тем, что холодный запуск – это один из самых критичных моментов в жизни двигателя. На холодном двигателе масла не имеют нужной вязкости, а топливо сгорает не полностью. В результате, такие запуски сопровождаются повышенным износом деталей, особенно в области ЦПГ и нагруженных деталей ГРМ и КШМ [1].

Предпусковой подогреватель помогает избежать:

- **Износа цилиндропоршневой группы** — прогрев двигателя до рабочей температуры снижает износ поршней, колец и стенок цилиндров, поскольку масло начинает циркулировать и выполнять свои функции быстрее. А также топливо не смывает масло со стенок цилиндра.
- **Повышенной нагрузки на стартер и аккумулятор** — холодный запуск требует больших усилий для запуска двигателя, что значительно снижает ресурс стартера и увеличивает нагрузку на аккумулятор.
- **Нагрузки на систему питания** — прогрев также позволяет избежать лишней нагрузки на систему питания, поскольку в холодное время года происходит сложное воспламенение смеси.

Рассмотрим более подробно проблему повышенной нагрузки на стартер и аккумулятор.

Цель исследования:

Оценить влияние температуры на пусковые характеристики аккумуляторной батареи и обосновать преимущества предпускового подогревателя для снижения нагрузки на электросистему автомобиля.

Методика:

Испытания проводились на автомобиле ГАЗ-3102, АКБ (ёмкость 75 А·ч), с помощью диагностического комплекса Автомастер.

1. **Фиксировались параметры:**
   - Пусковой ток.
   - Напряжение на клеммах АКБ при запуске.
   - Частота вращения коленчатого вала.

Таблица 1

Результаты исследования

Температура, °C	**Пусковой ток, А**	**Изменение относительно +20°C**	**Напряжение, В**	**Частота вращения КВ, мин$^{-1}$**	**Примечание**
+20	157	**0%** (база)	11,4	180	Номинальный режим работы АКБ
0	172	**+10%**	10,9	152	Незначительный рост нагрузки
–10	183	**+17%**	10,7	139	Умеренный рост нагрузки
–20	218	**+39%**	10,1	131	Критичный рост износа АКБ
–30	316	**+101%**	9,5	110	Риск глубокого разряда



Рис.1. График зависимости пускового тока от температуры окружающей среды

Расшифровка значений:

1. +20°C: Номинальный режим работы (+0%) — вязкость масла, сопротивление вращению коленвала и ёмкость аккумулятора соответствуют номинальным значениям.
2. **0°C:** Незначительный рост (+10%) — вязкость масла повышается, что затрудняет проворачивание двигателя, а химические процессы в АКБ замедляются, снижая её эффективность. Однако серьёзных рисков для исправных компонентов пока нет.
3. **–10°C:** Умеренный рост (+17%) — вязкость масла и сопротивление вращению коленвала значительно увеличиваются, ёмкость аккумулятора начинает снижаться.

4. **–20°C:** Резкий скачок (+39%) — характерное значение для свинцово-кислотных АКБ при сильном охлаждении (снижение ёмкости на 30–50%).

5. **–30°C:** Максимальная нагрузка (+101%) — близко к предельным возможностям АКБ, возможны отказы запуска.

Исследование зависимости пускового тока АКБ от температуры окружающей среды показывает, что при снижении температуры до –30°C ёмкость аккумулятора падает на 30–40%, а пусковой ток возрастает в 1.5–2 раза из-за увеличения вязкости моторного масла и сопротивления вращению коленвала. Это приводит к глубоким разрядам АКБ и сокращению её срока службы. Предпусковой подогреватель, прогревая двигатель до +30…+40°C, снижает пусковой ток до номинальных значений, сохраняя ресурс аккумулятора и стартера.

Рекомендации

Для продления ресурса АКБ и стартера в условиях холодного климата целесообразно применение предпусковых подогревателей, особенно при температурах ниже –10°C. Таким образом, использование предпускового подогревателя помогает сократить износ двигателя, что способствует его более длительному сроку службы.

Влияние на расход топлива

Многие водители задаются вопросом, не увеличивает ли использование подогревателя расход топлива. Если подогреватель работает от внешней электрической сети, то расход топлива отсутствует. Однако, стоит учитывать, что использование электрического подогревателя требует дополнительных затрат на электроэнергию.[2]

Рассмотрим топливный подогреватель. Его использование действительно должно приводить к небольшому увеличению расхода топлива. Однако расход топлива при работе самого двигателя в режиме прогрева становится больше, чем расход предпускового подогревателя. Это связано с ухудшенным сгоранием топлива в процессе прогрева двигателя. Т.к. как двигатель для прогрева использует более богатую смесь.

Экологическое воздействие

На сегодняшний день экологические нормы становятся все более строгими, и автомобильные двигатели должны соответствовать жёстким стандартам борьбы с выбросами. В этом контексте использование предпускового подогревателя также оказывает влияние на экологию.

Положительные эффекты:

- **Снижение выбросов при холодном запуске:** холодный запуск приводит к тому, что двигатель работает на сильно обогащённой смеси, и выбросы загрязняющих веществ значительно выше, чем при прогретом двигателе. Предпусковой подогреватель способствует прогреву двигателя до рабочей температуры, что способствует более полному сгоранию топлива и, следовательно, снижению вредных выбросов.
- **Снижение углеродного следа:** с учетом того, что подогреватели от внешней электросети не потребляют топливо, а работают на электричестве, их использование может привести к снижению углеродного следа, если используется экологически чистая энергия (например, от солнечных панелей или ветряков).

Отрицательные моменты:

- **Работа подогревателей на топливе:** если подогреватель работает на топливе, то это может привести к небольшим выбросам CO2 и других загрязняющих веществ, особенно если прогрев длится долго. Однако в сравнении с обычными холодными запусками, этот эффект становится минимальным.

В любом случае, использование предпусковых подогревателей, если оно правильно организовано, способствует уменьшению загрязнения воздуха и более эффективному сгоранию топлива.

Заключение

Предпусковой подогреватель оказывает комплексное влияние на работу автомобиля, его ресурс, расход топлива и экологическую обстановку. В первую очередь, он способствует

продлению срока службы двигателя, снижая его износ и нагрузку при запуске, что в долгосрочной перспективе экономит средства на ремонте и замене деталей.

Экологический аспект использования предпусковых подогревателей также положителен, особенно если они работают от электрической сети. Они снижают выбросы вредных веществ при запуске двигателя, что способствует улучшению состояния окружающей среды.

Таким образом, внедрение предпусковых подогревателей на автомобили и грузовики в условиях холодного климата является разумным решением, которое способствует улучшению эксплуатации транспортных средств, снижению затрат и имеет позитивный эффект для экологии.

Библиографический список

1. Найман, В. С. Всё о предпусковых обогревателях и отопителях / В. С. Найман. — М.: ТехноПРЕСС, 2015. — 240 с.
2. Предпусковые подогреватели двигателя // 5 колесо. — 2020. — № 5. — С. 45–48.

УДК 62-69

СОКОЛОВ А.А., ЮРОВ А.М., АРХИПОВ А.Н.

ВЫБОР ТИПА ПОДОГРЕВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях отрицательных температур на двигатель автомобиля действуют внешние нагрузки. Кроме этого при отрицательных температурах двигателю автомобиля очень тяжело запуститься из-за причин представленных ниже:

- рост вязкости масла из-за снижения температуры [1];
- падение мощности стартера из-за снижения ёмкости АКБ [1];
- меньшая испаряемость топлива и ухудшение смесеобразования [1];
- уменьшение пусковой частоты вращения коленвала [1].

При отрицательных температурах все эти причины проявляются одновременно. Поэтому для стабильного запуска двигателя необходимо обеспечить повышение температуры двигателя и создать условия для правильного воспламенения топлива. Данную задачу могут выполнять предпусковые подогреватели.

Рассмотрим типы предпусковых подогревателей.

1. Начнём с самого простого – это электрический тип подогревателя.

Принцип работы

В основе работы неавтономных подогревателей лежат два физических явления: подогрев с помощью электроэнергии и теплообмен в жидкой среде – конвекция. Эффективность конвекции в больше степени зависит от длины и мест подсоединения шлангов, а также от конфигурации их прокладки, т.е. от технологии установки.

Устройство

Главным элементом здесь является нагревательный элемент. Типовая конструкция представляет собой отрезок цилиндрической трубы, в которую впаян нагревательный элемент с одной стороны и электрический разъём с другой (рис.1.). Такой подогреватель предназначен для установки непосредственно в сам блок цилиндров, обычно на место отверстия, закрытого заглушкой.

Более мощные конструкции относятся к шланговым подогревателям. Выполнены они как герметичные камеры. В них встроены патрубки для подвода и выхода ОЖ и электрический разъём. На патрубки подогревателя надеваются шланги, которые соединяются с системой охлаждения.

Данный вид подогревателей широко используется в странах Скандинавии. Так, в Финляндии возле жилых домов, на столбах, на различных паркингах вы можете встретить розетки, которые предусмотрены для работы этих самых подогревателей.



Рис. 1. Подогреватели трубчатой конструкции:
а) компании Calix; б) компании DEFA; в) компании «Лидер»[2]

2. Топливные подогреватели.

Устройство и принцип работы

Эти подогреватели представляют собой компактный прибор, который устанавливается в моторном отсеке. Теплообменник подогревателя подсоединяется к охлаждающему контуру двигателя, электроника – к бортовой сети, а система подачи топлива - к топливному баку автомобиля.

Рассмотрим устройство на примере подогревателя фирмы Hydronic (рис.2.).



Рис. 2. Устройство подогревателя-отопителя Hydronic:[2]
1 – вентилятор; 2 – свеча накаливания; 3 – датчик пламени; 4 – блок управления с диагностикой; 5 – соединительный кабель со штекером; 6 – дозировочный топливный насос; 7 – вход воздуха сгорания; 8 – датчик перегрева; 9 – датчик температуры; 10 – выход отработовших газов; 11 – водяной насос; 12 – выход горячей охлаждающей жикости; 13 – вход холодной ОЖ; 14 – подача топлива; 15 – теплообменник; 16 – камера сгорания (изготовлена из нержавеющей стали); 17 - глушитель отработавших газов (от компании Otem)

Патрубки отопителя, расположенные на его торцевой стороне, подсоединяются к жидкостной системе охлаждения двигателя. А находящийся там же топливный патрубок – к топливной системе. Для подключения к бортовой сети автомобиля внизу отопителя находится кабель со штекером. Центральное место в подогревателе занимает теплообменник с расположенной внутри камерой сгорания, в которой происходит горение топлива. В результате циркулирующая с помощью встроенного насоса жидкость в рубашке теплообменника нагревается и перекачивается в двигатель, нагревая его.

Сразу после включения происходит продувка камеры сгорания с помощью электровентилятора подогревателя для удаления остатков продуктов горения. Под действие поданного напряжения свеча накаливания разогревается и воспламеняет ТВС. Топливо подаётся в камеру сгорания дозировочным насосом, туда же с помощью электровентилятора поступает воздух, необходимый для горения. После прогрева камеры топливо самовоспламеняется от её горячих стенок, а свеча накаливания выключается. Наличие горения контролирует датчик пламени.

Рассмотрим плюсы и минусы электрических и топливных подогревателей.

Плюсы электрических подогревателей:

1. Эффективность и экономичность.

Электрические подогреватели работают напрямую от сети и потребляют электроэнергию, что может быть дешевле в эксплуатации.

2. Быстрота и удобство подключения.

Электрический подогреватель достаточно просто подключить к обычной электросети 220 В, и это не требует особых затрат и модификаций автомобиля.

3. Экологичность.

Электрические подогреватели считаются более экологичными, поскольку они не сжигают топливо и не производят дополнительные выбросы в атмосферу. Энергия для подогрева может поступать от возобновляемых источников, что делает такие устройства более чистыми с точки зрения воздействия на природу.

4. Меньше шума.

Электрические подогреватели работают практически бесшумно, так как они не имеют движущихся частей.

5. Обслуживание.

Электрические подогреватели требуют минимального обслуживания — достаточно периодически проверять состояние проводки и самого устройства.

Минусы:

1. Зависимость от наличия электросети.

Электрический подогреватель требует наличия источника электрической энергии (обычно 220 В), что ограничивает его использование в местах, где нет доступа к электросети.

2. Ограниченная мощность прогрева.

Электрический подогреватель может иметь ограничения по мощности, что затрудняет эффективный прогрев двигателя в условиях сильных морозов, особенно в больших и мощных автомобилях. В таких случаях электрическое оборудование может не обеспечить достаточный прогрев.

Плюсы топливных предпусковых подогревателей:

1. Независимость от внешнего источника электроэнергии.

Топливные подогреватели работают от топлива автомобиля (дизель или бензин) и не зависят от внешнего источника энергии, что делает их удобными в условиях, где доступ к электросети ограничен (например, в удаленных районах, на дальних рейсах).

2. Возможность дистанционного управления.

Это дает возможность запускать подогреватель заранее, чтобы прогреть двигатель и салон перед началом поездки.

3. Универсальность.

Топливные подогреватели могут работать не только для подогрева двигателя, но и для прогрева салона и других систем автомобиля, что делает их более универсальными.

Минусы:

1. Питание от бортовой сети.

Подогреватель потребляет электроэнергию из аккумулятора, что приводит к его разрядке, особенно в условиях низкой температуры или при недостаточном заряде батареи.

2. Расход топлива.

В отличие от электроподогревателей, которые потребляют только электроэнергию, топливные подогреватели сжигают топливо для своей работы, что увеличивает затраты на эксплуатацию и делает их менее экономичными в этом аспекте.

3. Выбросы.

Топливные подогреватели выделяют выхлопные газы в процессе работы, по сравнению с электрическими.

4. Сложность конструкции.

Такие подогреватели имеют сложное устройство, включающее топливную систему, нагревательные элементы и системы управления, что может затруднить их установку и обслуживание.

5. Затраты на обслуживание и ремонт.

Регулярное техническое обслуживание и возможные ремонты таких устройств могут быть дорогостоящими из-за специфики компонентов.

Запуск двигателя зимой осложняется из-за густого масла, плохого испарения топлива, а также сниженной энергоотдаче аккумулятора. Поэтому рекомендуется использовать предпусковой подогреватель. Предпочтителен электрический тип. Если же отсутствует доступ к электросети, то топливный тип из-за своей автономности.

Электрические экологичны, экономичны, бесшумны, но требуют электросети и могут быть малоэффективны в сильные морозы.

Топливные автономны, универсальны, но сложны в установке, расходуют топливо и требуют больших затрат на обслуживание.

Библиографический список:

1. ГОСТ Р 53833-2010. Установки подогревательно-отопительные независимые. Общие технические требования. — М.: Стандартинформ, 2010. — 36 с.

2. Найман, В. С. Всё о предпусковых обогревателях и отопителях / В. С. Найман. — М.: ТехноПРЕСС, 2015. — 240 с.

УДК 629.3.018

СОФРОНОВ А.А., САМСОНОВ П.В., БЕРДНИКОВ Л.А.

ИСПЫТАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ НА ТОКСИЧНОСТЬ ОТРАБОТАВШИХ ГАЗОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.

Снижение вредного воздействия автомобилей на окружающую среду – приоритетная задача для многих стран мира. Численность автомобильного парка непрерывно растет, что приводит к увеличению потребления топливо-энергетических ресурсов и увеличению выбросов вредных веществ [1].

На данный момент в Российской Федерации все новые автомобили, выпускаемые на автомобильных заводах, должны соответствовать экологическому классу Евро 5. Этот экологический класс регламентирует предельные нормы выбросов для бензиновых и дизельных двигателей.

Вредные вещества, образовывающиеся при работе бензинового двигателя: оксид углерода (CO), суммарные углеводороды (THC) и неметановые углеводороды (NMHC), двуокись углерода (CO2), окислы азота (NOx).

Вредные вещества, образовывающиеся при работе дизельного двигателя: окислы азота (NOx), суммарное число углеводородов и окислов азота (NOx+THC), оксид углерода (CO), двуокись углерода (CO2), масса частиц (PM) и количество частиц (PNC). [2].



Рис. 1. Испытания автомобилей на динамометрическом стенде

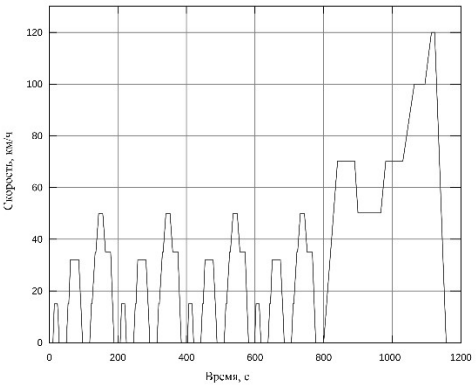


Рис. 2. Ездовой цикл NEDC

Испытания легковых и легких коммерческих автомобилей (снаряженной массой до 2840 кг) проводятся на динамометрическом стенде (рис. 1), имитирующем движение автомобиля на дороге. Автомобиль движется по ездовому циклу NEDC (рис. 2) в течение 20 минут, который состоит из городской и загородной части движения. Скорость движения и момент переключения передач фиксированный для любого автомобиля. Движение автомобиля в городской части осуществляется на 1, 2, 3 передаче КПП, максимальная скорость составляет 50 км/ч. Движение в загородной части осуществляется на всех передачах КПП, максимальная скорость составляет 120 км/ч. [3]

Выхлопные газы отбираются оборудованием в специальные мешки для пробы, проба измеряется с помощью газоанализаторов. Полученные значения вредных веществ не должны превышать предельных значений.

Для снижения количества вредных веществ на современные автомобили в системе выпуска отработавших газов устанавливается каталитический нейтрализатор.

Перед выпуском в серию огромный труд выполняют калибровщики двигателей, чтобы добиться эффективного сгорания топливо-воздушной смеси в двигателе для снижения вредных веществ в выхлопных газах.

В европейских странах на сегодняшний момент автомобили уже соответствуют экологическому классу Евро 6. Для снижения в выхлопных газов окислов азота на автомобили устанавливают систему впрыска реагента мочевины (AdBlue). Дополнительно, при сертификации новых автомобилей, кроме испытаний на динамометрическом стенде по новому циклу WLTC (рис. 3), автомобиль испытывают в реальных дорожных условиях (рис. 4) с установкой переносных газоанализаторов (PEMS).

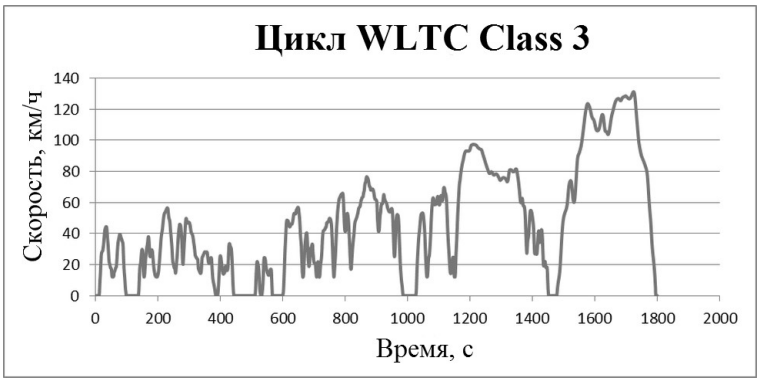


Рис. 3. Испытательный цикл WLTC



Рис. 4. Система PEMS на автомобиле



Рис. 5. AdBlue

Библиографический список

1. Ерохов, В.И. Токсичность современных автомобилей. Методы и средства снижения вредных выбросов в атмосферу. Издательство «ФОРУМ», 2013 год, 448 с.
2. Автомобильный справочник BOSCH. 3-е издание. ООО «Книжное издательство «За рулем», 2012 год, 1280 с.
3. Правила ООН №83-06. Единообразные предписания, касающиеся официального утверждения транспортных средств в отношении выбросов загрязняющих веществ в зависимости от топлива, необходимого для двигателей, 313 с.

УДК 621.432.2

СМОЛЬНИКОВ М.В.,ПЛОТНИКОВ С.А.,СМОЛЬНИКОВА Ю.А.

НОВЫЙ ПОДХОД В ФОРМИРОВАНИИ ЭКЗАМЕНАЦИОННЫХ БИЛЕТОВ ПРАВИЛ ДОРОЖНОГО ДВИЖЕНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Учёными кафедры ТМ Вятского государственного университета (ВятГУ) совместно с ФКУ «НЦ БДД МВД России» взято направление на проведение детального анализа экзаменационных билетов для сдачи квалификационных проверок в ГИБДД [1]. Новым направле-

нием в данной сфере является совершенствование подхода в создании экзаменационных билетов. В советском союзе в 60-70-е годы теоретический экзамен по ПДД для получения водительского удостоверения проводился на карточках, в которых было 10 вопросов, в которых можно было допустить 1 ошибку. Было время, когда разрешалось допустить из 10 вопросов две ошибки. Далее в конце 90-х годов количество вопросов было увеличено до 20, однако количество допустимых ошибок осталось тоже (2 ошибки) и вариант сдачи тоже бумажный. В начале 90-х годов в подразделениях ГИБДД стали появляться ЭВМ на подобии будущих компьютеров и сдача экзамена стала на этих устройствах, но не везде, соответственно бумажный вариант оставался. И вот уже в 2000-х годах приходит полноценная сдача экзамена на компьютере. Те бумажные карточки с вопросами по знаниям ПДД были перенесены в электронный вид.

На сегодняшнее время теоретический экзамен по ПДД [2] для получения водительского удостоверения, соответствующей категории проводится посредством программного комплекса на компьютере с решением одного билета (20 вопросов), в котором можно совершить 2 (две) ошибки за которые дополнительно даётся по 5 вопросов, в которых ошибаться нельзя. В противном случае экзамен будет не сдан. Также экзамен не считается сданным, когда экзаменуемый получил 2 (две) ошибки в одном из четырёх блоков в билете. Ещё одним важным моментом является то, что сейчас при истечении срока лишения водительского удостоверения за управление водителем в состоянии опьянения или отказавшегося от медицинского освидетельствования для возврата водительского удостоверения требуется сдача экзамена в ГИБДД. Развитие науки и техники даёт возможность идти дальше в сфере совершенствования экзаменационных вопросов и формата проведения экзамена. В большинстве сфер жизни обучение и рабочие процессы построены на моделировании ситуации близко к реалиям. Нами предлагается усовершенствованная система проведения экзамена, а именно вопросы в билетах, где есть движение транспорта исполнять в форме видеоролика в формате 3Д. Таким образом при обучении учащийся будет полноценно отрабатывать и запоминать уже полупрактические навыки при проезде тех или иных дорожных ситуаций. Ведь истинное понимание и решение теоретического вопроса — это залог более быстрого и успешного вливания в дорожный процесс в реальных условиях. В ряде случаев картинка в вопросе даёт эффект запоминания ответа, а не его понимание.

Подводя итог, можно сказать, что совершенствование системы проведения экзаменов для получения водительского удостоверения соответствующей категории очень важный аспект и залог дальнейшего снижения количества ДТП и погибших на дорогах РФ.

Библиографический список

1. Смольников М.В., Плотников С.А., Заболотских Г.Э., Анализ экзаменационных билетов правил дорожного движения Российской Федерации. // Будущее технической науки: сб. мат. XXIIIВсеросс. молодежн. науч.-техн. конф.; Нижний Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2024. - С. 493-495.
2. Постановление Правительства РФ от 23.10.1993 N 1090 (ред. от 26.03.2020) "О Правилах дорожного движения".

УДК 629.344

СОМОВ Н.Е., ЕРМОЛОВ А.В.

РАЗВИТИЕ ЭРГОНОМИКИ БЮДЖЕТНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Рыночная экономика подразумевает сильную конкуренцию за покупателя. Это приводит к развитию продуктов, способов их использования, методов изготовления. Со временем автопроизводители начали уделять внимание не только характеристикам, но и салону автомобиля.

Эргономика автомобиля - комплексная задача, направленная на максимально комфортные и безопасные условия взаимодействия человека и автомобиля. Её развитие способствует повышению уровня комфорта, безопасности и эффективности использования транспортного средства, снижению аварийных ситуаций, усталости от вождения.

Основными направлениями развития являются повышение безопасности,улучшение расположения сидений водителя и пассажиров, увеличение полезного пространства салона, разработка понятных интерфейсов для снижения нагрузки от поездки. Особенно это актуально для автомобилей, используемых в сфере такси, так как бюджетные автомобили направлены на большой ресурс механизмов и минимальные эксплуатационные затраты, что приводит к увеличению прибыли таксопарка. В связи с этим производители должны поддерживать актуальность своих автомобилей, предоставляя более высокие условия комфортности для всех типов пользователей. Также, в связи с увеличением среднего роста людей, необходимо увеличивать минимально допустимые габариты салона, ведь в период с 1960 по 2020 год рост увеличился на 10 сантиметров.

Для водителя важна настройка своего рабочего места и интуитивно понятный интерфейс элементов транспортного средства, что обеспечивает удобство пользования, низкую усталость от вождения, приводит к снижению возникновения опасных ситуаций. Для пассажиров - комфорт и возможность расположить свой багаж. А безопасность должна соответствовать современным требованиям и технологиям.

С течением времени наблюдается значительное улучшение эргономических характеристик в автомобилях этого сегмента. Визуально заметно, что с каждым новым поколением пространство в салоне увеличивается. В данной работе мы рассмотрим развитие эргономики на примере моделей KiaRio и VolkswagenPolo:

-KiaRio:

KiaRio 2: эргономические решения были базовыми, с минимальным набором регулировок для сидений и руля. Материалы интерьера были простыми и недорогими.

KiaRio 3: произошло заметное улучшение эргономики, включая более удобные сиденья с лучшей поддержкой спины, расширенные возможности регулировки рулевой колонки и улучшение качества отделочных материалов.

KiaRio 4: дальнейшее развитие эргономики с внедрением современных технологий, таких как мультимедийные системы и системы бесключевого доступа, а также улучшение шумоизоляции и качества отделочных материалов.

-VolkswagenPoloSedan:

VolkswagenPolo 5: эргономические решения включали удобные сиденья с хорошей поддержкой, но возможности регулировки были ограничены. Интерьер отличался качеством и надёжностью.

VolkswagenPolo 6: дальнейшее развитие эргономики с улучшенными сиденьями, расширенными возможностями регулировки рулевой колонки и внедрением современных технологий, таких как системы бесключевого доступа и мультимедийные системы.

Современные тенденции развития автомобилей в основном связаны с развитием электроники и оптики. Системы помощи водителю: адаптивный круиз-контроль, удержание в полосе, системы предупреждения о столкновении. Эти технологии появились в связи с развитием камер и методом LiDAR.

Возможности создать миниатюрный компьютер в автомобиле привели к всеобщему внедрению сенсорных экранов, в которых можно настроить все доступные настройки автомобиля. Однако отказ от физических кнопок функций уже привёл к негативным последствиям. При использовании экранов увеличивается время отвлечения от дороги, так как сенсорные элементы управления могут быть менее интуитивными в управлении, при низких температурах имеет пониженную чувствительность, отсутствует тактильная обратная связь.

С течением времени наблюдается значительное улучшение эргономических характеристик в автомобилях. Производители автомобилей, активно работают над эргономикой,

опираясь на изменения современного мира, однако необходимо соблюдать баланс между инновациями и удобством пользования.

Библиографический список

1. Зайцев С.А. Основы эргономики и дизайна автомобилей и тракторов : Тольятти; ТГУ, 2012
2. Дзоценидзе Т.Д. Эргономика и дизайн автомобилей и тракторов :Учеб.пособие / Т.Д. Дзоценидзе, А.Г. Левшин. - М. :Металлургиздат, 2010. - 206 с.
3. «Что лучше — VolkswagenPolo, HyundaiSolaris, FiatLinea, или RenaultLogan?» : Журнал: АР №8, Мельников В., Авторевю, 2011
4. «VW Polo, LadaVesta, HyundaiSolaris — тест в цифрах» :Интернет-издание, Милешкин К., За рулём, 2020

УДК 629.33

УСТИНОВ И.С., ЖУКОВСКИЙ О.Н., ГУБАРЕВ И.И., ШИБАЛКИН А.Д.

РЕГИСТРАЦИЯ ИЗМЕНЕНИЙ В КОНСТРУКЦИЮ АВТОМОБИЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Получение заключения предварительной технической экспертизы конструкции транспортного средства на предмет возможности внесения в нее изменений, соответствующее требованиям к ее содержанию согласно приложению N 1 выданное испытательной лабораторией (центром). Нужно описать, как переоборудовать авто, и привезти автомобиль на диагностику. Комиссия выдаст предварительное заключение, можно ли вносить изменения в его конструкцию.Получение в подразделении Госавтоинспекции разрешения на внесение изменений в конструкцию транспортного средства.



428005, Чувашская Республика,
г. Чебоксары, ул. Ломоносова, д. 2, офис 7
Телефон: 8(8352) 38-97-25
E-mail: profauto.lab@gmail.com
www.profauto21.ru

ПРОФАВТО

№ 1867
в «Едином реестре органов по Сертификации и испытательных лабораторий (центров) Таможенного союза»

Испытательная лаборатория ООО «ПрофАвто»
Аттестат аккредитации №-RA.RU.21АП01

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель Руководителя ИЛ "ПрофАвто"
Самойлов А. В.
м.п.

25 января 2019 года

ЗАКЛЮЧЕНИЕ № 171 694
предварительной технической экспертизы конструкции транспортного средства

Настоящее заключение подготовлено в соответствии с требованиями «ТР ТС 018/2011 - Технический регламент Таможенного союза. О безопасности колесных транспортных средств» принятого Решением № 877 от 9 декабря 2011 г. (далее ТР ТС 018/2011). Испытательная лаборатория Общество с ограниченной ответственностью "ПРОФАВТО" (аттестат аккредитации ИЛ № RA..RU.21АП01) выдан 10.02.2017 г., номер 1867 в «Едином реестре испытательных лабораторий (РФ) по техрегламентам» Таможенного союза), основываясь на заявлении собственника транспортного средства, а также пунктами 75-80 раздела 4 ТР ТС 018/2011, провела предварительную техническую экспертизу конструкции транспортного средства (далее ТС) на предмет возможности и порядка внесения изменений в его конструкцию.

Сведения о транспортном средстве до внесения изменений в конструкцию согласно предоставленным документам

Государственный регистрационный знак	
Идентификационный номер (VIN)	
Марка	SCANIA R420LA
Тип	ГРУЗОВОЙ-ТЯГАЧ СЕДЕЛЬНЫЙ
Изготовитель и его адрес	СКАНИА НИДЕРЛАН (нид)(НИДЕРЛАНДЫ)
Категория ТС	N3
Категория (A,B,C,D,E)	C
Технически допустимая максимальная масса ТС, кг	7550
Масса ТС в снаряженном состоянии, кг	40000
Экологический класс	ТРЕТИЙ
Год выпуска	2004
Модель, номер двигателя	
Рабочий объем двигателя (куб. см)	11705
Мощность двигателя (л.с./ кВт)	420/309
Номер шасси (рамы)	
Номер кузова	ОТСУТСТВУЕТ
Цвет	БЕЛЫЙ
Паспорт ТС	
Свидетельство о регистрации ТС	
Сведения о собственнике ТС (фамилия, имя, отчество или наименование организации, адрес места жительства или юридический адрес)	Адрес:

Рис. 1. Заключение предварительной технической экспертизы

Для получения разрешения владелец транспортного средства или его доверенное лицо представляет в подразделение Госавтоинспекции следующие документы:

а) заявление о выдаче разрешения;

б) паспорт гражданина Российской Федерации или иной документ, удостоверяющий личность;

в) доверенность, договор либо иной документ, удостоверяющий полномочия доверенного лица на представление интересов владельца транспортного средства (для доверенного лица);

г) заключение предварительной технической экспертизы конструкции транспортного средства на предмет возможности внесения в нее изменений, выданное испытательной лабораторией (центром)(рис 1).

Подразделение Госавтоинспекции осуществляет проверку документов, представленных в соответствии с пунктом 5 настоящих Правил, и по ее результатам выдает разрешение или отказывает в его выдаче с указанием причин отказа.

Решение об отказе в выдаче разрешения принимается в следующих случаях:

а) документы, предусмотренные пунктом 5 настоящих Правил, представлены не в полном объеме;

б) документы, предусмотренные пунктом 5 настоящих Правил, не соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации, содержат недостоверную информацию, имеют признаки подделки, а также находятся в числе утраченных (похищенных);

в) заключение выдано испытательной лабораторией (центром), не соответствующей требованиям, указанным в пункте 2 настоящих Правил;

г) заключение содержит сведения, противоречащие требованиям безопасности к транспортным средствам, установленным техническим регламентом;

д) заключение отсутствует в реестре заключений предварительной технической экспертизы конструкции транспортного средства на предмет возможности внесения изменений, протоколов проверки безопасности конструкции транспортного средства после внесенных в нее изменений, порядок формирования и ведения которого устанавливается Министерством экономического развития Российской Федерации (далее - реестр);

е) в заключении имеются сведения о планируемых изменениях конструкции транспортного средства, которые повлекут проведение его оценки соответствия согласно требованиям раздела 2 главы V технического регламента и следующие изменения:

уничтожение идентификационного номера;

увеличение разрешенной максимальной массы и (или) изменение базы в случае, если отсутствует одобрение типа транспортного средства с аналогичными характеристиками;

замена кузова (частей кузова) легкового автомобиля или автобуса, кабины (частей кабины) грузового автомобиля и (или) шасси транспортного средства на кузов (части кузова), кабину (части кабины) и (или) шасси, которые не предусмотрены маркой транспортного средства;

установка грузоподъемного оборудования для самостоятельной погрузки и разгрузки грузов, в отношении которого не была проведена оценка соответствия в составе транспортного средства;

ж) транспортное средство, его агрегаты, регистрационные документы и (или) государственные регистрационные знаки находятся в розыске;

з) в отношении транспортного средства в соответствии с законодательством Российской Федерации установлены запреты или ограничения на совершение регистрационных действий.

Переоборудовать машину можно и самостоятельно, главное — сохранить сертификаты соответствия на каждую деталь (Приложения 1-18).

Получение протоколы проверки безопасности ТС. На этом этапе необходимо снова обратиться в испытательную лабораторию.

Подразделение Госавтоинспекции производит осмотр транспортного средства с внесенными в его конструкцию изменениями, осуществляет проверку документов, представленных в соответствии с пунктом 8 настоящих Правил, и по результатам этих действий выдает свидетельство и добавляет заключение в реестр заключений предварительной технической экспертизы конструкции транспортного средства на предмет возможности внесения изменений, протоколов проверки безопасности конструкции транспортного средства после внесенных в нее изменений или отказывает в его выдаче с указанием причин отказа.

Решение об отказе в выдаче свидетельства принимается в следующих случаях:

а) документы, предусмотренные пунктом 8 настоящих Правил, предоставлены не в полном объеме;

б) документы, предусмотренные пунктом 8 настоящих Правил, не соответствуют требованиям законодательства Российской Федерации, содержат недостоверную информацию, имеют признаки подделки, а также находятся в числе утраченных (похищенных);

в) протокол проверки оформлен испытательной лабораторией (центром), не соответствующей требованиям, указанным в пункте 2 настоящих Правил;

г) протокол проверки отсутствует в реестре;

д) отсутствуют сведения о результатах технического осмотра представленного транспортного средства с внесенными изменениями в его конструкцию;

е) транспортное средство, его агрегаты, регистрационные документы и (или) государственные регистрационные знаки находятся в розыске;

ж) в отношении транспортного средства в соответствии с законодательством Российской Федерации установлены запреты или ограничения на совершение регистрационных действий;

з) транспортное средство не представлено для осмотра;

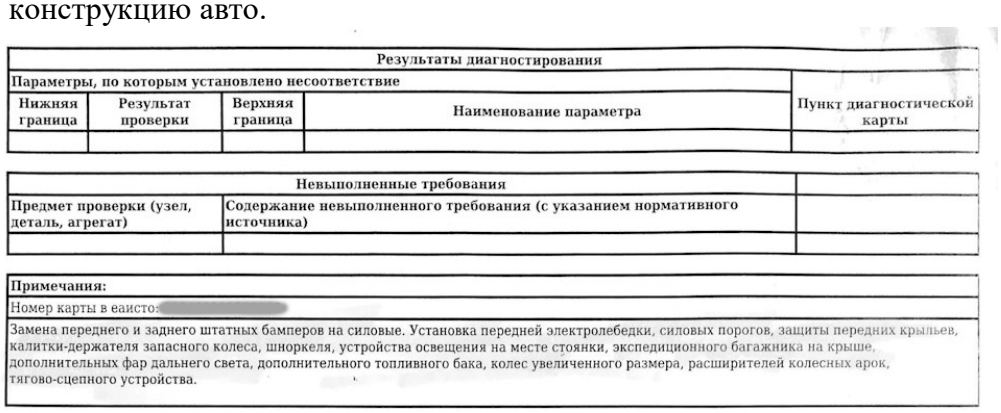
и) обнаружены признаки скрытия, подделки, изменения, уничтожения идентификационной маркировки, нанесенной на транспортное средство организацией-изготовителем;

к) внесенные изменения в конструкцию транспортного средства не соответствуют изменениям, указанным в разрешении, и (или) протоколе проверки, и (или) декларации, и (или) не соответствуют требованиям технического регламента.

Прохождение технического осмотра. Необходимо предоставить следующие документы:

- разрешение на внесение изменений в конструкцию от ГИБДД;
- протокол проверки безопасности конструкции, который выдала испытательная лаборатория.

На обратной стороне диагностической карты(рис.2) будет прописано, какие изменения внесены в конструкцию авто.



Результаты диагностирования				
Параметры, по которым установлено несоответствие				
Нижняя граница	Результат проверки	Верхняя граница	Наименование параметра	Пункт диагностической карты

Невыполненные требования	
Предмет проверки (узел, деталь, агрегат)	Содержание невыполненного требования (с указанием нормативного источника)

Примечания:

Номер карты в еаисто:

Замена переднего и заднего штатных бамперов на силовые. Установка передней электролебедки, силовых порогов, защиты передних крыльев, калитки-держателя запасного колеса, шноркеля, устройства освещения на месте стоянки, экспедиционного багажника на крыше, дополнительных фар дальнего света, дополнительного топливного бака, колес увеличенного размера, расширителей колесных арок, тягово-сцепного устройства.

Рис.2. Диагностическая карта

Получение в ГИБДД свидетельства СКТС (рис.3).

СКТС − это свидетельство о соответствии ТС требованиям безопасности с учетом внесенных в его конструкцию изменений. Получить его можно в отделе технического надзо-

ра ГИБДД. Потребуется принести:-декларацию производителя работ;-протокол проверки безопасности;-диагностическую карту;-разрешение на переоборудование.

Внесение изменений в ПТС и СТС. В течение 10 дней после получения СКТС нужно пройти процедуру регистрации автомобиля для внесения изменений в данные транспортного средства. Пригодятся следующие документы:свидетельство соответствия безопасности;-ПТС;-СТС;-ОСАГО.ГИБДД внесет информацию о переоборудовании в СТС и ПТС.



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о соответствии конструкции транспортного средства требованиям безопасности

Управление ГИБДД МВД по Республике Тыва г. Кызыл, ул. Ровенская 36

СВЕДЕНИЯ О ТРАНСПОРТНОМ СРЕДСТВЕ

Государственный регистрационный знак		Год выпуска	2013
Идентификационный номер (VIN)		Номер двигателя	
Марка, модель	LIFAN 214813	Номер шасси рамы	ОТСУТСТВУЕТ
Коммерческое наименование	-	Номер кузова	
Тип ТС	Легковой	Цвет	Черный
ШАССИ (только при использовании шасси другого изготовителя)	-	Паспорт ТС, серия	09НО911576
Изготовитель и его адрес	ООО АК Дервейс Россия	Свидетельство ТС, серия	
Категория (A,B,C,D прицеп E)	B		
Экологический класс	Четвертый		

СВЕДЕНИЯ О СОБСТВЕННИКЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Республика Тыва, гор. Кызыл

ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(после внесения изменений в конструкцию)

Колесная формула/ведущие колеса	4*2/передние
Схема компоновки транспортного средства	Переднеприводная, расположение двигателя-переднее поперечное
Тип кузова/количество дверей *(для категории М1)*	Седан/4
Количество мест спереди/сзади *(для категории М1)*	2/3
Исполнение загрузочного пространства *(для категории N)*	Без изменений
Кабина *(для категории N)*	Без изменений
Пассажировместимость *(для категорий М2, М3)*	-
Количество мест для сидения *(для категорий М2, М3, L)*	-
Общий объем багажных отделений *(для категории М3 класса III)*	-
Рама *(для категории L)*	-
Количество осей/колес *(для категории О)*	-
Масса ТС в снаряженном состоянии, *кг*	Без изменений
Технически допустимая полная масса ТС, *кг*	1575
Габаритные размеры, *мм*	
- длина	4550
- ширина	1705
- высота	1495
База, *мм*	2605
Колея передних/задних колес, *мм*	1470/1460
Описание гибридного транспортного средства	-
Двигатель внутреннего сгорания *(марка, тип)*	LF481Q3
- экологический класс	4
- количество и расположение цилиндров	4,рядное
- рабочий объем цилиндров, *см3*	1587
- степень сжатия	11.3

Рис.3. Свидетельство СКТС

Библиографический список

1. Постановление Правительства РФ от 6 апреля 2019 г. № 413 “Об утверждении Правил внесения изменений в конструкцию находящихся в эксплуатации колесных транспортных средств и осуществления последующей проверки выполнения требований технического регламента Таможенного союза "О безопасности колесных транспортных средств".

УДК 629.039.58

ХЛИВЕНКО Д.П., ЛЕВИН М.Р., ПОПОВ Ф.И.

ПРИЧИНЫ И СЛЕДСТВИЯ ОПАСНОЙ ЕЗДЫ НА АВТОМОБИЛЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Опасная езда — одна из главных причин дорожно-транспортных происшествий (ДТП), приводящих к серьезным последствиям как для водителей, так и для других участников дорожного движения. Её проявления включают превышение скорости, нарушение правил перестроения («шашки»), неподготовленность автомобиля к погодным условиям и агрессивный стиль вождения. Рассмотрим основные причины опасной езды, их последствия и меры профилактики.

К числу основных причин опасной езды относятся: Погодные условия и несоответствие оборудования автомобиля

Погодные явления, такие как дождь, снег, гололед и туман, существенно повышают риск ДТП. Основные причины аварий в таких условиях связаны с:

- Использованием неподходящих шин (летних вместо зимних);
- Неисправностью тормозной системы;
- Неработающими стеклоочистителями или фарами.

Например, в зимний период недостаточное сцепление шин с дорожным покрытием может удлинить тормозной путь и привести к потере управления автомобилем.

Агрессивное поведение за рулем **«шашки»** на дорогах включает резкие перестроения, игнорирование дистанции и превышение скорости. «Шашки» часто ассоциируются с самоуверенностью водителей, которые пренебрегают безопасностью ради скорости.

Пример: резкое перестроение на высокой скорости создает риск столкновения с автомобилями в «слепой зоне». Последствия “спортивной” езды одинаково опасны как для водителя, так и для пассажиров Такое вождение может привести к:

- Тяжелым травмам или летальному исходу;
- Уголовной ответственности за причинение вреда другим участникам движения;
- Лишению водительских прав и штрафам.

А так же представляет опасность и для других участников движения

Невинные участники движения — пешеходы, велосипедисты, водители — часто страдают из-за действий агрессивных или невнимательных водителей.

Имеются и экономические последствия. Финансовые затраты включают:

- Ремонт автомобилей;
- Выплаты компенсаций пострадавшим;
- Повышение стоимости страховых полисов.

Общество также несет издержки на медицинскую помощь и восстановление инфраструктуры.

Рассмотрим **Статистику ДТП** в России за 2022 год с официального сайта ГИБДД РФ. По данным ГИБДД и Научного центра безопасности дорожного движения МВД России, в 2022 году:

- Было зарегистрировано **53 537 ДТП**;
- Погибло **5 651человек**, включая **737 детей**;
- Более **67 тысяч человек** получили травмы.

Основные причины ДТП:

1. **Превышение скорости** — около 30% случаев.
2. **Выезд на встречную полосу** — 17% всех аварий.
3. **Несоблюдение дистанции** — около 10% случаев.

Особенно частыми аварии были в осенне-зимний период из-за сложных погодных условий и неподготовленности автомобилей к зиме

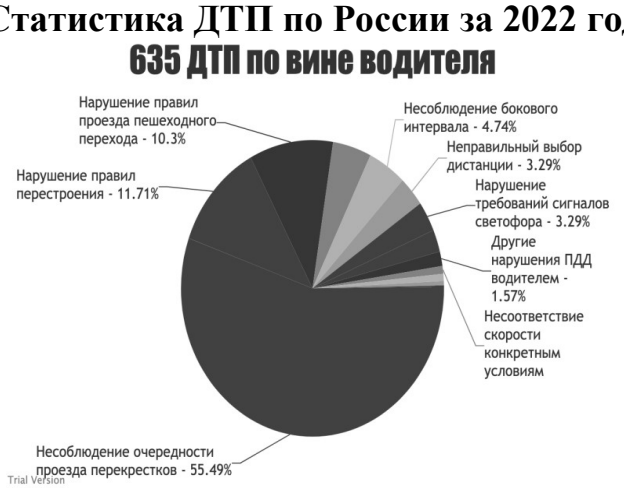


Рис.1. Статистика ДТП по вине водителя



Рис. 1.4. Распределение ДТП и погибших в них по видам происшествий

Рис.2. Распределение ДТП и погибших в них по видам происшествий

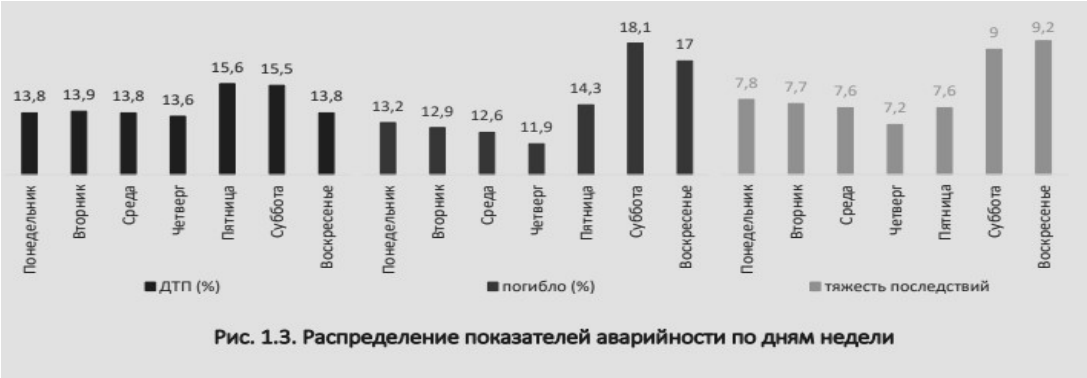


Рис. 1.3. Распределение показателей аварийности по дням недели

Рис.3. Распределение показателей аварийности по дням недели



Рис.4. Топ-10 регионов РФ с наименьшим количеством ДТП за январь – ноябрь 2022 года

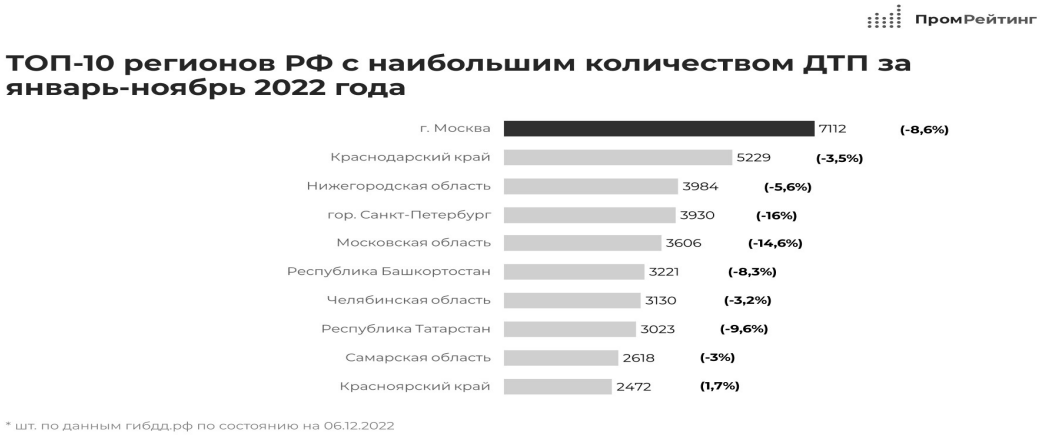


Рис.5. Топ-10 регионов РФ с наибольшим количеством ДТП за январь-ноябрь 2022 года

Разберем меры профилактики и рекомендации по безопасности.

Жизни водителей, пассажиров и пешеходов зависят от:

Сезонной подготовки автомобиля:

- Установка зимних шин;
- Проверка тормозной системы, фар и стеклоочистителей.

Соблюдения правил дорожного движения:

- Поддержание безопасной скорости;
- Соблюдение дистанции;
- Избегание агрессивного вождения.

Обучения и осведомленности:

- Прохождение курсов безопасного вождения;
- Информирование водителей о рисках и последствиях.

Эмоциональной подготовки:

- Устранение стресса перед поездкой;
- Применение техник самоконтроля в сложных дорожных ситуациях.

Подводя итог всему вышесказанному, можно утверждать, что опасная езда — это не только нарушение правил дорожного движения, но и сознательное игнорирование безопасности. Она несет серьезные риски для всех участников дорожного движения. Только комплексный подход, включающий подготовку автомобиля, соблюдение правил и развитие личной ответственности, может снизить уровень аварийности и спасти множество жизней.

Библиографический список

1. Всемирная организация здравоохранения. "Глобальный отчет о состоянии безопасности на дорогах". https://www.who.int/road-safety
2. "Безопасность дорожного движения в России: анализ и прогноз". Журнал "Автомобильный мир", 2022.
3. Бодров, С. И. "Психология опасного вождения". Москва: Издательство "Наука", 2021.
4. Кравченко, П. В. "Основы управления дорожным движением". Санкт-Петербург: Издательство "Транспорт", 2022.

УДК 656.025.4

ЧИГИНЕВ Л.А., БЕРДНИКОВ Л.А.

АВТОПЕРЕВОЗКИ РУЛОННОЙ СТАЛИ: ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Скрученная в рулоны тонколистовая сталь активно используется в различных отраслях машиностроения. Стальной прокат в рулонах, с точки зрения перевозки, – один из самых сложных и требовательных грузов. Лист может достигать длины от 1000 до 5000 метров, поэтому рулоны имеют большой диаметр – вплоть до 2200 мм (рис. 1). Зависит он от того, какая толщина у металла. Масса одного рулона может достигать 8 тонн, из-за чего его непросто транспортировать до авто, перемещать в пределах склада, загружать и разгружать. Особо тщательного подхода требуют тонкие листы, а также сталь с оцинковкой [1].

Ежедневно в России перевозятся тысячи тонн рулонной стали. Металл перевозится в рулонах различными видами транспорта – наземным, водным, воздушным. Нарушения правил крепления и перевозки груза могут привести к серьёзным повреждениям техники и участников движения. При транспортировании металлопродукции всеми видами транспорта, в том числе воздушным, необходимо учитывать требования по допустимой удельной нагрузке

на настил грузового помещения транспортного средства [2]. Последствия нарушений правил перевозки рулонной стали показаны на рис. 2.



Рис. 1. Рулоны стали на заводе



Рис. 2. Последствия нарушений правил перевозки рулонной стали



Рис. 3. Последствия попадания влаги на листовой металл

Для перевозки рулонной стали используются вместительные бортовые автомобили грузоподъемностью 5 или 10 тонн. Как правило, используются тентовые или открытые полуприцепы. Транспортировка подобных грузов имеет свои особенности: из-за большой массы и специфической формы металлических катушек — они должны быть надёжно закреплены и уложены внутри грузового отсека прицепа.

Нарушение правил перевозки и хранения может привести к порче груза. При контакте металлической поверхности с влагой образуется коррозия (рис. 3). Происходить это может из-за попадания осадков на груз, либо при резких перепадах температур, что ведёт к образованию конденсата. Помимо этого, края рулона могут деформироваться из-за неправильной погрузки или крепления. Недостаточное количество перевязочных лент может повлиять не только на безопасность транспортировки, но и на хранение груза. Такие грубые нарушения техники безопасности часто ведут к авариям и порче имущества.

Правила транспортировки и хранения металлопродукции устанавливает ГОСТ 7566-2018 [2]. Данный стандарт также регламентирует правила приёмки, маркировки и упаковки металлов.

Последствия от неправильной перевозки катушек стали почти всегда существенные. Именно поэтому машиностроительные заводы начали производить шторно-бортовые полуприцепы (рис. 4) специально для данного типа грузоперевозок [3]. Они обладают усиленными бортами, а также тентом, который защищает груз от осадков и других внешних факторов.

В полу полуприцепа расположен специальный жёлоб длиной 9000 мм [3]. Он имеет трапециевидное сечение, туда непосредственно устанавливаются катушки стали. При этом рулоновоз универсален благодаря возможности закрыть жёлоб фанерными крышками для получения пола как в обычных полуприцепах.

Однако не только выбором правильного полуприцепа ограничивается безопасная перевозка рулонной стали. Многое зависит от надёжности стяжных устройств, проушин и ложементов (рис. 5). От деревянных брусов, которые до сих пор используются многими компаниями для дополнительной фиксации, стоит отказаться. Они могут подвергаться гниению и деформации при воздействии влаги.



Рис. 4. Шторный полуприцеп изнутри [3]



Рис. 5. Ложемент для перевозки рулонной стали

Таким образом, перевозчику стали обязательно надо соблюсти несколько условий [4]:

- использование мягких крюков и строп при погрузке;
- защита от воздействия влаги;
- защита от прямых солнечных лучей;
- избегание резких перепадов температур.

Контроль за соблюдением правил перевозки рулонной стали осуществляют органы управления автодорогами, в том числе Ространснадзор и ГИБДД. Ространснадзор осуществляет выдачу и аннулирование лицензий на перевозку опасных грузов, а ГИБДД контролирует сам процесс перевозки или предоставляет транспортным компаниям документы со специ-

альными требованиями к порядку транспортировки груза. Правильная организация перевозок рулонной стали способна значительно снизить риск возникновения ДТП в пути, а также избежать дополнительных затрат на возмещение ущерба.

Библиографический список

1. Как осуществляется перевозка рулонов стали? // Машиностроительный завод Bonum. Официальный сайт. – 2023. – 23 марта. – URL: https://www.bonum-trailer.ru/blog/drugoe/kak-osushchestvlyaetsya-perevozka-rulonov-stali/ (дата обращения: 20.04.2025).
2. ГОСТ 7566-2018 Металлопродукция. Правила приемки, маркировка, упаковка, транспортирование и хранение.
3. Как правильно перевозить рулоны стали в шторном полуприцепе? // 2025. – 14 января. – URL: https://dzen.ru/a/Z4YFFkc7AiALa_tr?ysclid=m9pve7gqfg96249044 (дата обращения: 20.04.2025).
4. Как перевозят рулонную сталь? // 2025. – 31 января. – URL:https://dzen.ru/a/Z5x69vo332dMmWsc (дата обращения: 20.04.2025).

УДК 621.431.73

ШКАРИН Р.В., КУЗЬМИН Н.А.

СТРУКТУРА И ВИДЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время растет число поддержанных автомобилей, которым требуется качественное обслуживание и проведение ТО. В работе рассмотрены причины отказа работы термостата, его строение и виды. Проведен сбор данных наработки до отказа автомобиля марки FordFocus. Проанализирован характер отказов термостата. Выполнен подробный анализ неисправностей и отказов термостата при его эксплуатации. Рассмотрено его строение и существующие виды конструкций систем охлаждения. Определено значение оптимальной периодичности технического обслуживания системы охлаждения передач и термостата.

Техническое обслуживание системы охлаждения автомобиля заключается в проверке уровня охлаждающей жидкости и отсутствия следов утечек, состояния и натяжения приводных ремней, состояния и правильность работы водяного насоса, вентилятора, датчика температуры охлаждающей жидкости и указателя температуры

При ЕТО проверяют уровень охлаждающей жидкости и отсутствие следов утечек. По мере необходимости охлаждающую жидкость доливают.

При ТО-1 проверяют герметичность соединений и при необходимости устраняют следов утечек, проверяют состояние и натяжение приводных ремней и, если это необходимо, регулируют их натяжение.

При ТО-2 проверить герметичность системы охлаждения и при необходимости устранить утечку жидкости. Проверить крепления радиатора, водяного насоса и натяжение ремня привода вентилятора; при необходимости отрегулировать натяжение ремня и подтянуть крепление. Проверить крепление вентилятора. Проверить работу датчика и указателя температуры охлаждающей жидкости. Проверить работу включения вентилятора. Проверить работу термостата.

Основными неисправностями системы охлаждения автомобиля являются:засорение радиатора, неисправная помпа**,** некорректная работа термостата, неисправность вентилятора охлаждения, разгерметизация системы, неисправность датчика температуры**.** Главным признаком неисправности охлаждения автомобиля может служить быстрый перегрев двигателя или снижение уровня охлаждающей жидкости. Основные способы устранения в зависимости

от причины: долить охлаждающую жидкость до нормы, отрегулировать натяжение ремня вентилятора, произвести ремонт водяного насоса, проверить термостат (при необходимости заменить), промыть радиатор

Повышенный расход охлаждающей жидкости может указывать на неисправность клапана пробки радиатора, повреждение прокладки пробки радиатора, повреждение радиатора, утечку через соединения в системе охлаждения двигателя и в системе отопления. В зависимости от повреждения устраняется и основная причина неисправности.

Цель работы, проводящейся в НГТУ им. Р.Е. Алексеева, состоит в определении оптимальной периодичности по замене термостата методом определения оптимальной периодичности по допустимому уровню безотказности. Объектом разработки является термостат автомобиля *FordFocus*, представленный на рис.1.

Термостат – это регулятор температуры антифриза в системе охлаждения двигателя. Он ускоряет прогрев двигателя и поддерживает нужный ему тепловой режим работы. Один из патрубков подводит к нему охлаждающую жидкость от основного радиатора, другой служит для перепуска антифриза из двигателя, а третий направляет поток жидкости к водяному насосу.



Особенности конструкции

Внешне термостат Ford Focus представляют собой небольшое устройство с двумя шлангами. Один из них подсоединяется к двигателю, а другой – к радиатору. Также, на корпусе термостата располагается датчик температуры, который сообщает информацию на крыльчатку вентилятора для поддержания оптимальной температуры двигателя. Термостат построен на принципе расширения и сжатия воска. Внутри термостата находится воск, который при нагревании расширяется и давление затворяет клапан, который движется при изменении температуры. Таким образом, термостат ограничивает поток охлаждающей жидкости и поддерживает постоянную температуру двигателя.

Термостат в автомобильной системе охлаждения ответственен за поддержание оптимальной температуры двигателя. Основными элементами термостата являются:

- корпус – изготовлен из нержавеющей стали или пластика, служит для хранения и защиты основных элементов термостата
- пружина – определяет температуру открывания и закрывания термостата
- клапан – открывается и закрывается под действием пружины, что позволяет правильно распределять тепло в двигателе
- штифт – крепит клапан и пружину в корпусе термостата

При правильной работе термостат контролирует температуру охлаждающей жидкости, не допуская перегрева двигателя. Ремонт или замена термостата может потребоваться в случае его поломки или износа.

Система охлаждения служит для отвода тепла от наиболее нагретых деталей двигателя, поддерживая в системе оптимальную температуру.

Существуют следующие виды систем охлаждения:

- жидкостная (применяется закрытая жидкостная система охлаждения, связанная с атмосферой через клапан. Избыточное давление в системе позволяет увеличить температуру кипения жидкости, что исключает излишнее парообразование.)
- воздушная (открытого типа);
- комбинированная.

Воздушное охлаждение – рубашка цилиндра свободно обдувается воздухом, который отбирает большую часть тепла двигателя. Недостаток системы заключается в маленькой теплоёмкости воздуха, что не позволяет равномерно отводить от двигателя большое количество тепла и, соответственно, создавать компактные мощные силовые установки.

Жидкостное охлаждение – цилиндры двигателя охлаждаются жидкостью, после чего она возвращается в расширительный бачок/

Комбинированная – сочетает вышеуказанные системы: тепло от цилиндров отводится жидкостью, после чего она, на удалении от теплонагруженной части двигателя, охлаждается в радиаторах воздухом. Состоит из рубашки охлаждения блока цилиндров, головки блока цилиндров, одного или нескольких радиаторов, вентилятора принудительного охлаждения радиатора, жидкостного насоса, термостата, расширительного бачка, соединительных патрубков и датчика температуры. Этот тип используется на всех современных автомобилях. Охлаждающая жидкость прокачивается насосом через рубашку охлаждения двигателя, забирая от нее тепло, а затем охлаждается сама в радиаторе. В этой системе существует два круга циркуляции жидкости – большой и малый.

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. Шестопалов С.К. Устройство, техническое обслуживание и ремонт леговых автомобилей: Учебник / Для нач. проф. образования, подгот. и переподгот. рабочих на пр-ве и в центрах занятости, проф. обучения учащихся сред. общеобразоват. шк ; М-во общ. и проф. образования РФ, Ин-т развития проф. образования

УДК 621.431.73

ШКАРИН Р.В.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОЙ ПЕРИОДИЧНОСТИ ТО СИСТЕМЫ ОХЛАЖДЕНИЯ И КОРРЕКТИРОВАНИЕ ПЕРИОДИЧНОСТИ ПО ЗАМЕНЕ ТЕРМОСТАТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Задачей было определение оптимальной периодичности l_0 по замене термостата автомобиля Ford Focus, если даны наработки до отказа X_i (км) этого элемента у автомобилей в виде выборки (табл. 1) и допустимая вероятность безотказной работы $P_Д = 0{,}98$ ($F_Д = 0{,}02$), $N = 30$ – количество подконтрольных автомобилей.

Таблица 1

Наработки до отказа выборки автомобилей

90000	96210	102420	108630	114840
91035	97245	103455	109665	115875
92070	98280	104490	110700	116910
93105	99315	105525	111735	117945
94140	100350	106560	112770	118980
95175	101385	107595	113805	120015

Решение

1. Произведена статистическая оценка закона распределения данной выборки и определены ее основные статистические параметры **[1].**

1.1. Разбивается весь диапазон значений наработок на отказ автомобилей выборки на интервалы: $I = 2 \cdot \sqrt[4]{N} = 2 \cdot \sqrt[4]{30} \approx 5$ – число интервалов; $\Delta X = (X_{\max} - X_{\min}) / I \approx 6003$ км) – шаг интервала.

1.2. Произведена статистическая обработка наработок до отказа (табл. 1), где m_i^I – число отказов в интервале; W_i^I – частость; F_i^I – оценка вероятности отказа; f_i^I – оценка плотности вероятности отказа; P_i^I – оценка вероятности безотказной работы; X_i – середина интервала:

$$W_i^I = \frac{m_i^I}{N};\ F_i^I = \frac{\sum m_i^I}{N};\ P_i^I = 1 - F_i^I;\quad f_i^I = \frac{\sum m_i^I}{\Delta X\, N}\left(10^{-3}\right).$$

Таблица 2

Статистическая обработка данных

№ п/п	X (границы)	X_i	m_i^I	$\sum m_i^I$	W_i^I	F_i^I	$f_i^I \cdot (10^{-3}$	$P_i^I = 1 -$
1	96003	93001,5	2	2	0,067	0,067	0,011	0,933
2	102006	99004,5	4	6	0,133	0,200	0,033	0,800
3	108009	105007,5	10	16	0,333	0,533	0,089	0,467
4	114012	111010,5	8	24	0,267	0,800	0,133	0,200
5	120015	117013,5	6	30	0,200	1,000	0,167	0,000

Определены основные оценки распределения наработок на отказ исследуемого КЭ автомобиля:

– средняя наработка до отказа (км)

$$\overline{X} = \sum_{i=1}^{5} X_i W_i^I = 6200{,}10 + 13200{,}60 + 35002{,}50 + 29602{,}80 + 23402{,}70 = 107408{,}70 \text{ км.}$$

– дисперсия распределения:

$$Д = \sum_{i=1}^{5} (X_i - \overline{X})^2 W_i^I = 13837827{,}46 + 9417410{,}35 + 1921920{,}48 + 3459456{,}86 + 18450436{,}61 = 47087051{,}76 \text{ км.}$$

– среднее квадратическое отклонение и коэффициент вариации:

$$\sigma_X = \sqrt{Д} = \sqrt{47087051{,}76} = 6862{,}00 \text{ км},\quad \nu = \frac{\sigma_X}{\overline{X}} = \frac{6862}{6003} = 0.14.$$

1.3. Построена гистограмма плотности распределения отказов и выдвигаем гипотезу о законе распределения случайной величины X (рис. 1).

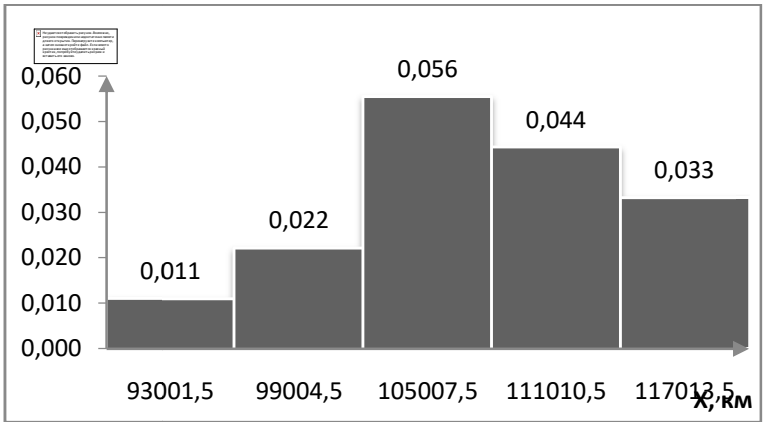


Рис. 1. Гистограмма плотности распределения отказов

На основании построенной гистограммы выдвинуто предположение, что закон распределения данных наработок до отказа нормальный.

2. Проверка соответствия опытных данных нормальному закону распределения **[1].**

2.1. Определены теоретические значения параметров выборки. В качестве параметров нормального закона распределения принимаются $\overline{X}$ и σ. Таким образом, опытное распределение описано нормальным законом вида:

$$f(X)=\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(X-\overline{X})^2}{2\cdot\sigma^2}}, \qquad f(X)=\frac{1}{6862\sqrt{2\pi}}e^{-\frac{(X-107408{,}70)^2}{2\cdot 6862^2}},$$

$F_i=F\left(\frac{X_i-\overline{X}}{\sigma}\right)$ – нормированная функция [1].

Строим табл. 3, где $m_i=f_i\,\Delta X\,N$; $W_i=f_i\,\Delta X$; $P_i=1-F_i$.

Таблица 3

Теоретические значения параметров выборки

№	X_i	$f(X)\cdot 10^{-}$	m_i	W_i	F_i	P_i	$(m_i^I-m_i)^2$
1	93001,5	0,064	1,16	0,039	0,04	0,96	0,617
2	99004,5	0,275	4,95	0,165	0,20	0,80	0,181
3	105007,5	0,547	9,85	0,328	0,53	0,47	0,002
4	111010,5	0,507	9,12	0,304	0,84	0,16	0,138
5	117013,5	0,218	3,93	0,131	0,97	0,03	1,089

2.2. Проверка соответствия выборки нормальному закону по критерию согласия Хи-квадрат (Пирсона):

$$\chi_{ОП}{}^2=\sum_1^5\frac{\left(m_i^I-m_i\right)^2}{m_i}=0.617+0.181+0.002+0.138+1.089=2.027.$$

– определяется степень свободы: $k=n-(r+1)=5-(2+1)=2$,

где n – число интервалов; r – число параметров в законе (у нормального закона это $\overline{X}$ и σ);

– для $k=2$ и вероятности $P(\chi^2)=\alpha=0.1$ того, что закон выбран правильно, найдено теоретическое значение $\chi^2_\alpha=\chi^2_{0.1}=4.61$ из соответствующей таблицы [2];

– сравнивается полученное теоретическое значение χ^2_α с опытным значением. Так как $\chi^2_{ОП}<\chi^2_{ТЕОР}$, то делаем вывод о правильности гипотезы, что распределение подчиняется нормальному закону.

3. Находится оптимальная периодичность обслуживания исследуемого КЭ автомобиля l_0:

– построен график $f(X)\cdot 10^{-3}$, используя данные табл.3, который представлен на рис.3.

– вероятность отказа исследуемого КЭ (риск) определяется по выражению: $F_Д=\int_0^{l_0}f(X)dX=F\left(\frac{l_0-\overline{X}}{\sigma}\right)$;

– принимается величину риска $F_Д=0.8-0.9$ (как для КЭ автомобиля, отвечающего за безопасность дорожного движения);

– из таблицы нормального распределения получено:

1. $F(z)=0.8$, $z=0.88$, тогда $\frac{l_0-\overline{X}}{\sigma}=0.88$,

$l_0=0.88\cdot\sigma+\overline{X}=0.88\cdot 6862+107408=113446$ км.

2. $F(z) = 0.85$, $z = 1.01$, тогда $\frac{l_0 - \overline{X}}{\sigma} = 1.01$,

$l_0 = 1.01 \cdot \sigma + \overline{X} = 1.01 \cdot 6862 + 107408 = 114338$ км.

3. $F(z) = 0.9$, $z = 1.295$, тогда $\frac{l_0 - \overline{X}}{\sigma} = 1.295$,

$l_0 = 1.295 \cdot \sigma + \overline{X} = 1.295 \cdot 6862 + 107408 = 116295$ км.

Среднее значение: (113446+114338+116295) / 3 = 114 693 км.

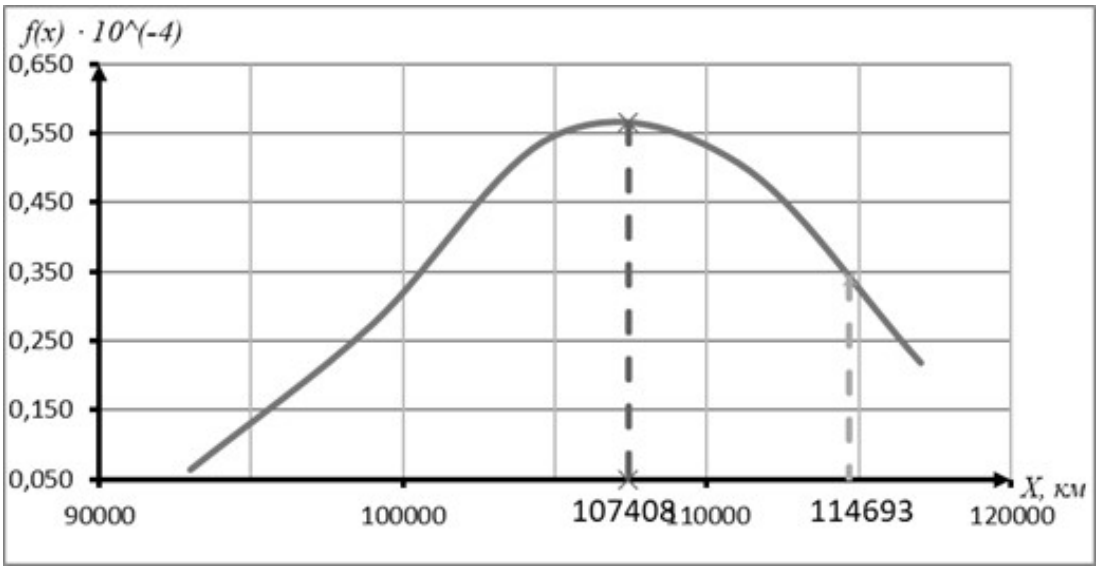


Рис. 2. График плотности вероятности отказов

Таким образом, оптимальная периодичность проведения ТО рассматриваемой операции составляет $l_0 = 114693$ км.

Произведена корректировка полученного значения периодичности операции для города Нижний Новгород.

Корректировка производится по формуле**[3]:**

$$L_i = L_{i(H)} \cdot k_1 \cdot k_3$$

где L_i – расчетное значение периодичности ТО *i*-го вида, км;

$L_{i(H)}$ – нормативная периодичность ТО *i*-го 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).

Таким образом, оптимальная периодичность операции по замене термостата автомобиля FordFocus составила:

$$L_i = 114693 \cdot 0{,}8 \cdot 1 = 91755 \text{ км.}$$

Библиографический список

1. Корчажкин, М.Г. Совершенствование нормативов технической эксплуатации городских автобусов // М.Г. Корчажкин, Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков. – Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2012, №4 (97). – с. 168-174.

2. Кузьмин, Н.А. Исследование долговечности работы агрегатов трансмиссий городских автобусов // Н.А. Кузьмин, А.Д. Кустиков // Материалы 79-ой научно-технической

конференции «Безопасность транспортных средств в эксплуатации». – Н.Новгород: НГТУ, 2012. – С.12-13.
3. 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
6. Кустиков, А.Д. Диагностика современных автомобилей / Кузьмин Н.А. – М: Инфра-М, Высшее образование. Магистратура, 2021. – 229с.
7. Кустиков, А.Д. Повышение долговечности рулевых реек путем коррек-тирования периодичности замены масла / Кузьмин Н.А., Борисов Г.В. – Оренбург: Интеллект. Инновации. Инвестиции№6, 2022. - С. 79 - 87.

УДК 656.022.8

ЩИПАНОВА Д.Д., ЛЕВИН М.Р., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

ПРОБЛЕМЫ МУЛЬТИМОДАЛЬНЫХ ПЕРЕВОЗОК: СЛОЖНОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Мультимодальные перевозки представляют собой сложный процесс транспортировки грузов, включающий использование различных видов транспорта. Они становятся всё более популярными, так как позволяют сократить время доставки и снизить стоимость перевозки. Однако существуют определённые проблемы, связанные с организацией и осуществлением мультимодальных перевозок.

Одна из основных проблем – это координация работы различных транспортных компаний и операторов. Необходимо обеспечить слаженную работу всех участников процесса, чтобы избежать задержек и простоев. Это требует высокой квалификации и опыта персонала, а также хорошей организации взаимодействия между всеми сторонами.

Другая проблема связана с таможенным оформлением грузов. Разные страны и регионы имеют свои правила и требования к оформлению грузов, что может вызвать задержки и дополнительные расходы. Необходимо заранее изучить и учесть все возможные нюансы таможенного законодательства, чтобы избежать проблем на границе.

Также стоит отметить проблему обеспечения безопасности грузов в процессе перевозки. Необходимо принимать меры по охране грузов от возможных краж, повреждений и других негативных воздействий. Это включает использование специальных контейнеров, систем мониторинга и страхования грузов.

Однако, несмотря на существующие проблемы, мультимодальные перевозки продолжают развиваться и совершенствоваться. Компании и операторы активно работают над улучшением координации, упрощением таможенного оформления и повышением уровня безопасности грузов.

В перспективе развитие мультимодальных перевозок будет способствовать повышению конкурентоспособности транспортных компаний, сокращению времени доставки и снижению стоимости перевозки. Это позволит расширить географию перевозок и увеличить объёмы грузов, проходящих через различные транспортные узлы.

1. Палагин? А.Ю.Транспортная логистика и мультимодальные перевозки – 2017

УДК 656.025.4

ЩИПАНОВА Д.Д., ЛЕВИН М.Р., ХЛИВЕНКО Д.П., ПОПОВ Ф.И.

ПРОБЛЕМЫ И ПРЕИМУЩЕСТВА ТРАНСПОРТИРОВКИ КОЛЁСНЫХ ПАР АВТОТРАНСПОРТОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Транспортировка колёсных пар автотранспортом является важным процессом в железнодорожной отрасли. В статье мы рассмотрим основные проблемы и преимущества такого вида перевозок.

Перечислим проблемы выбранного типа перевозочного процесса.

1. Безопасность.

Транспортировка колёсных пар требует соблюдения строгих правил и норм безопасности. Необходимо правильно упаковывать и крепить колёса, чтобы избежать их повреждения во время перевозки.

2. Контроль качества.

Во время транспортировки груза необходимо следить за их состоянием, чтобы вовремя обнаружить возможные дефекты и повреждения. Это позволяет предотвратить возникновение аварийных ситуаций на железной дороге.

3. Экологичность.

Автотранспорт является менее экологичным видом транспорта по сравнению с железнодорожным. Поэтому при выборе способа перевозки необходимо учитывать экологические аспекты.

Преимуществами перевозки являются:

1. Гибкость.

Автотранспорт позволяет быстро и гибко реагировать на изменения спроса и предложения на рынке железнодорожных перевозок. Это особенно важно в условиях нестабильной экономики.

2. Экономия времени.

Автотранспорт обеспечивает более высокую скорость доставки колёсных пар по сравнению с железнодорожным транспортом. Это позволяет сократить время простоя оборудования и повысить эффективность работы предприятий.

3. Снижение затрат.

Автотранспорт может быть дешевле, чем железнодорожный транспорт, особенно на короткие расстояния. Это позволяет предприятиям экономить на затратах на перевозку и повышать свою конкурентоспособность.

Подведя итог, можно с уверенностью сказать что, соблюдение правил безопасности, контроль качества и учёт экологических аспектов являются важными аспектами таких перевозок. Однако гибкость, экономия времени и снижение затрат делают автотранспорт привлекательным вариантом для многих предприятий железнодорожной отрасли.

УДК 629.3.027.5

ЮРОВ А. М., СОКОЛОВ А.А.

МЕТОДЫ ХРАНЕНИЯ ШИН АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Хранение автомобильных шин – важный аспект ухода за автомобилем, который многие автовладельцы недооценивают. Неправильное хранение шин может повлиять на:

- **долговечность -** правильные условия хранения продлевают срок службы шин;

- **безопасность -** изношенные или деформированные шины могут стать причиной аварий на дороге, так как из-за этих дефектов увеличивается тормозной путь и возможна потеря управляемости, повышается нагрузка на узлы и детали автомобиля, что приводит к уменьшению ресурса и скорому ремонту;
- **экономия -** регулярный уход за шинами позволяет избежать необходимости частой покупки новых комплектов.

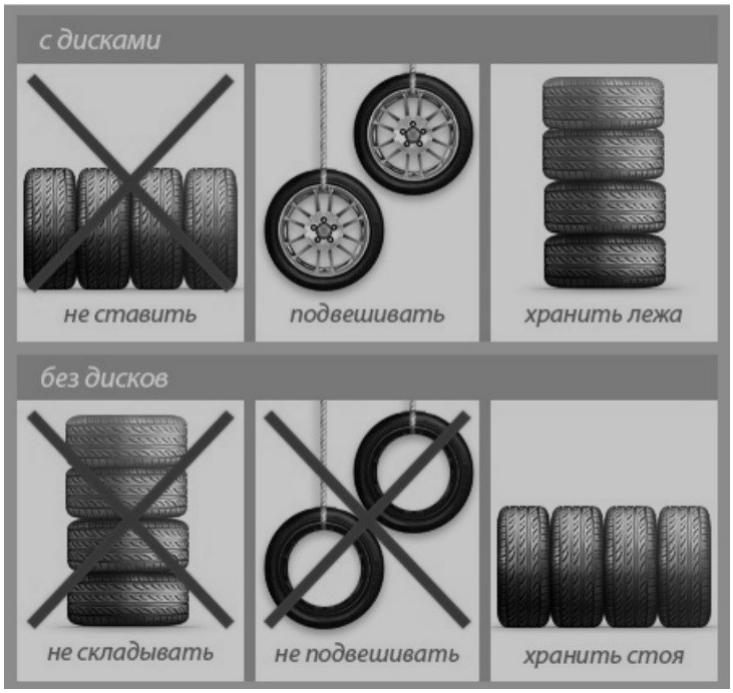


Рис. 1. Требования к хранению шин

Существует несколько ключевых правил, которых следует придерживаться при хранении шин.

1. Подготовка шин к хранению.

Перед тем как отправить шины на хранение, выполните следующие действия:

1) удалите грязь, песок и камни из протектора. Используйте мыльную воду и щетку для тщательной очистки;

2) после мытья дать шинам полностью высохнуть перед упаковкой;

3) пометьте каждую шину, указав ее положение на автомобиле (например, левое переднее колесо). Это упростит установку шин в следующем сезоне.

2. Выбор места для хранения.

Место для хранения должно соответствовать определенным требованиям по ГОСТ 24779-81 «Шины пневматические. Упаковка, транспортирование, хранение»:

- Температурный режим: Оптимальная температура для хранения шин — (от -30°C до +35°C). Избегайте мест с высокими или низкими температурами, а также резких перепадов температуры.
- Влажность: Уровень влажности должен находиться в пределах 50-80%. Высокая влажность способствует образованию плесени и коррозии дисков, низкая — высыханию резины.
- Освещение: Шины должны храниться вдали от прямых солнечных лучей, так как ультрафиолетовые лучи вызывают разрушение резины.
- Отсутствие химических веществ: Не размещать шины рядом с химическими веществами, такими как масла, растворители, краски и т.д., так как они могут повредить резиновую поверхность.

3. Упаковка и размещение.

Правильная упаковка и размещение шин играют ключевую роль в сохранении их качеств:

- Использовать специальные чехлы или полиэтиленовые пакеты для защиты шин от пыли и влаги. Перед упаковкой убедиться, что шины сухие.
- Шины можно хранить двумя способами:
- Лучше всего хранить шины вместе с дисками, подвешивая их вертикально или укладывая горизонтально друг на друга. Не использовать острые крючки для подвешивания.
- Шины без дисков следует хранить вертикально, установив их на ровную поверхность и периодически проворачивать, во избежание деформации. Нельзя класть шины друг на друга, так как это может привести к деформации.

4. Периодический осмотр.

Необходимо периодически проверять состояние шин во время хранения. Осматривать их на предмет трещин, деформаций и других повреждений. При обнаружении проблем принимайте меры для их устранения.

При отсутствии возможности хранения шин дома или в гараже, есть вариант воспользоваться услугами специализированных складов для сезонного хранения шин. Такие сервисы предлагают хранение автомобильных шин в течение определённого периода, чаще всего межсезонья, когда шины не используются. Такой тип хранения является удобным и практичным решением для тех, кто хочет сохранить свои шины в хорошем состоянии и освободить пространство в доме или гараже.

Складское хранение шин имеет свои особенности, связанные с большими объемами и необходимостью соблюдения строгих стандартов.

Как должно быть организовано складское хранение шин.

- Зонирование: Склады разделяются на зоны для хранения летних и зимних шин, а также для поврежденных и бракованных изделий.
- Поддоны и стеллажи: Шины хранятся на деревянных поддонах или металлических стеллажах, обеспечивающих доступ воздуха и предотвращающих контакт с полом.
- Распределение нагрузки: Нагрузка распределяется равномерно, чтобы избежать деформации шин.



Рис. 2. Складирование шин

Контроль микроклимата:

- Климатическое оборудование: На крупных складах устанавливаются системы кондиционирования и вентиляции для поддержания оптимального температурного режима (-30 до + 35) и уровня влажности (50-80%).
- Мониторинг: Проводится регулярный мониторинг параметров микроклимата с помощью датчиков и систем автоматического контроля.

Обработка и учет:

- Документооборот: Каждая партия шин сопровождается документами, содержащими информацию о дате поступления, сроках хранения и технических характеристиках.
- Инвентаризация: Проводятся регулярные инвентаризации для проверки наличия и состояния шин.

Заключение.

Правильное хранение шин – залог их долгой службы и безопасности на дороге. Соблюдение простых рекомендаций позволит избежать неприятностей и сэкономить средства на покупку новых шин. Выбор места, правильная упаковка и периодический осмотр – ключевые факторы правильного хранения. Лучший выбор – это специализированные склады для сезонного хранения шин, так как там строго соблюдаются условия хранения в соответствии с ГОСТ.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».
2. ГОСТ 24779-81 «Шины пневматические. Упаковка, транспортирование, хранение».
3. Балабин, И.В. Автомобильные и тракторные колеса и шины: основы теории и расчета: монография - М: МАМИ, 920с, 2014 .

УДК 629.3.027.5

ЮРОВ А. М., СОКОЛОВ А.А., АРХИПОВ А.Н.

МЕТОДИКА ВЫБОРА ЗИМНИХ ШИН АВТОМОБИЛЯ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Выбор зимних шин – один из самых важных аспектов подготовки автомобиля к зиме, так как неправильно подобранные шины негативно влияют на управляемость автомобиля и его безопасность.

Существуют несколько видов зимних шин, перечисленных далее.

1. Фрикционные (липучки) – шины, которые обеспечивают сцепление с дорогой за счет специального состава резины и уникального рисунка протектора. Они не имеют шипов, но отличаются высокой мягкостью и эластичностью, что позволяет лучше «цепляться» за поверхность дороги.

2. Шипованные шины – шины, оснащенные металлическими шипами, которые врезаются в лед и уплотненный снег, обеспечивая сцепление. Шипы расположены на протекторе в специальных отверстиях, которые помогают фиксировать их на месте.

В 1956 году компания Nokian выпустила первую версию зимних шин под названием Kelirengas («снежная шина»). Эти шины отличались мягким составом резины и глубокими канавками протектора. Они обеспечивали улучшенное сцепление на заснеженном покрытии, однако все еще оставались недостаточно эффективными на льду.

Шипованные шины появились как результат поиска решения для улучшения сцепления автомобиля с обледенелыми и заснеженными дорогами. Первая концепция шипов была разработана сравнительно давно – еще в XIX веке были попытки снабжать подобием шипов колеса повозок и карет. В 30-е годы XX века начались активные эксперименты в автоспорте – гонщики пытались кустарным способом модифицировать колеса для зимних состязаний. Однако острые спортивные «гвозди» были практически непригодны для дорог общего пользования, но реальный прорыв в их применении произошел в 1950-х годах. Финская компания «NokianTyres» разработала первые массовые шипованные шины в 1963 году и установила в модель Kometa-Hakkapeliitta. Эти шины быстро завоевали популярность в северных странах

благодаря своей способности улучшать управляемость и безопасность автомобиля в зимних условиях.

Сравнение фрикционных и шипованных шин.

Преимущества фрикционных шин:

1. Универсальность – такие шины эффективны как на заснеженных, так и на мокрых или сухих дорогах, особенно в условиях мягкой зимы.

2. Меньший износ дорожного покрытия – фрикционные шины не наносят повреждений асфальту, в отличие от шипованных.

3. Низкий уровень шума – в отличие от шипованных шин, «липучки» почти не создают шума при движении.

4. Комфорт в управлении – на асфальте и мокрой дороге фрикционные шины показывают себя лучше, обеспечивая плавное и стабильное движение.

Недостатки фрикционных шин:

1. Снижение эффективности на льду – на льду и обледенелых дорогах фрикционные шины менее эффективны, чем шипованные, так как у них отсутствует способность «врезаться» в поверхность льда.

2. Больший тормозной путь на голом льду – фрикционные шины показывают хуже результаты при резком торможении на обледенелых участках дороги.

3. Снижение эффективности из-за износа – фрикционные шины подвержены продольному гребенчатому износу, который постепенно снижает эффективность их работы.



Рис. 1. Вариант продольного износа шины

Преимущества шипованных шин:

1. Превосходное сцепление на льду и уплотненном снегу – шипы проникают в лед, что существенно улучшает сцепление и контроль над автомобилем.

2. Уменьшение тормозного пути на льду – шипованные шины значительно сокращают тормозной путь в экстремальных условиях, что делает их незаменимыми на льду и утрамбованном снегу.

3. Уверенное управление на обледенелых участках – в условиях обледенелых дорог шипованные шины лучше обеспечивают стабильность автомобиля при маневрах.

Недостатки шипованных шин:

1. Износ дорожного покрытия – шипы разрушают асфальт, особенно в теплую погоду или при эксплуатации на сухом асфальте.

2. Повышенный уровень шума – шипы создают шум при езде по асфальту, что может доставлять дискомфорт водителю.

3. Меньшая эффективность на мокром асфальте – на мокрой дороге шипованные шины могут хуже сцепляться с покрытием, чем фрикционные.

Условия эксплуатации.

Климатические условия, тип дорог и характер езды – необходимо учитывать при выборе между фрикционными и шипованными шинами.

Важно выбирать подходящие шины под климатические условия, тип дорожного покрытия и рельеф местности, регулярно проверять состояние шин и соблюдать рекомендации производителя относительно давления и скоростного режима. Все условия эксплуатации автомобилей можно разделить на категории и рекомендовать тот или иной тип покрышек под конкретные задачи.

Таблица 1

Категории условий эксплуатации шин

Категория условий экспл.	За пределами пригородной зоны (более 50 км от границы города)	В малых городах (до 100 тыс. жителей) и в пригородной зоне	В больших городах (более 100 тыс. жителей)	Народнохозяйственное и административное значение автомобильной дороги
I (а)	Д1 - Р1, Р2, Р3;	-	-	Iа - магистральные автомобильные дороги общегосударственного значения, в том числе для международного сообщения.
I (б)	Д1 - Р1, Р2, Р3;	-	-	Iб - автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенные к категории Iа), республиканского, областного (краевого) значения.
II	Д1 - Р4; Д2 - Р1, Р2, Р3, Р4; Д3 - Р1, Р2, Р3;	Д1 - Р1, Р2, Р3, Р4; Д2 - Р1;	-	Автомобильные дороги общегосударственного (не отнесенные к категории Iа, Iб), республиканского, областного (краевого) значения.
III	Д1 - Р5; Д2 - Р5; Д3 - Р4, Р5; Д4 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5;	Д1 - Р5; Д2 - Р2, Р3, Р4, Р5; Д3 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5; Д4 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5;	Д1 - Р1, Р2; Д1 - Р3, Р4, Р5; Д2 - Р1, Р2, Р3, Р4; Д3 - Р1, Р2, Р3; Д4 - Р1;	Автомобильные дороги общегосударственного, республиканского (краевого) (не отнесенные к категории Iа и II), дороги местного значения.
IV	Д5 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5;	Д5 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5;	Д2 - Р5; Д3 - Р4, Р5; Д4 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5; Д5 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5;	Автомобильные дороги республиканского, областного (краевого) и местного значения (не отнесенные к категориям Iб, II, III).
V	Д6 - Р1, Р2, Р3, Р4, Р5;			Автомобильные дороги местного значения (кроме отнесенных к категориям III, IV).

Для наглядности в таблице выделены зеленым цветом рекомендованные условия эксплуатации для шипованных шин и желтым – для липучек.

Выбирайте шипованные шины, если:

- вы живете в холмистом, гористом или горном регионе (Р3, Р4,Р5);
- передвигаетесь в основном по дорожному покрытию не относящемуся к Д1 (цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика);
- дороги, в месте эксплуатации, часто обледенелые и их редко очищают;
- используете машину для дальних поездок за пределы города.

Выбирайте фрикционные шины, если:

- вы проживаете в крупном городе, где следят за чистотой дорог;
- передвигаетесь в основном по дорожному покрытию, относящемуся к Д1 (цементобетон, асфальтобетон, брусчатка, мозаика);
- рельеф вашей местности имеет перепады в пределах 300м (Р1, Р2) ;
- для дальних поездок используете магистральные дороги;
- вы цените комфорт и тишину.

Заключение

Фрикционные шины: лучший выбор для мягких зим в условиях города с частыми поездками по асфальту, за чистотой которого ухаживают, а также для тех, кто ценит комфорт и экологичность. Такой тип покрышек хорошо подходит для дорог категории I (а) с рельефом Р1, Р2, Р3, за дорожным покрытием которых следят и своевременно очищают и для дорог категории III условий эксплуатации в больших городах с дорожным покрытием Д1 и рельефом Р1, Р2. Нежелателен такой тип покрышек для малых городов, так как там чаще всего возникают проблемы с обслуживанием дорожного покрытия в зимний период.

Шипованная резина: оптимальный вариант для суровых зимних условий с большим количеством льда и плотного снега, а также для езды по загородным и плохо обслуживаемым дорогам. Этот тип покрышек покрывает подавляющую часть категорий условий эксплуатации, такие как I (б), II, III (за пределами пригородной зоны и в малых городах), IV ,V и мало зависит от качества обслуживания дорожного покрытия в зимний период.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».
2. ГОСТ Р 52747-2007 «Автомобильные транспортные средства. Шипы противоскольжения».
3. ГОСТ 34342-2017 «Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зимние, оборудованные шипами противоскольжения».
4. Балабин, И.В. Автомобильные и тракторные колеса и шины: основы теории и расчета: монография - М: МАМИ, 920с, 2014 .

УДК 629.3.027.5

ЮРОВ А. М., СОКОЛОВ А.А., АРХИПОВ А.Н.

МЕТОДЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗИМНИХ ШИН И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В процессе эксплуатации автомобиля происходит изнашивание элементов автомобиля. Примерно около 15 процентов приходится на шины, в результате этого за счет восстановления шин, данный процент можно уменьшить. То же относится и к зимним шинам.

Назовем несколько основных причин, влияющих на износ зимних шин.

1. Тип дорожного покрытия

Асфальт. Хотя зимние шины предназначены для работы в условиях снега и льда, они могут быстрее изнашиваться при движении по сухому асфальту. Особенно это касается шипованных шин, поскольку металлические шипы контактируют с твердым покрытием и постепенно стираются.

Снег и лед**.** Несмотря на то, что зимние шины специально разработаны для этих условий, постоянное движение по снежной каше и льду также приводит к постепенному износу протектора.

2. Стиль вождения

Агрессивный стиль вождения, включающий резкое ускорение, торможение и повороты, ускоряет износ любой шины, включая зимние. Резкое маневрирование и экстренное торможение увеличивают нагрузку на протектор и способствуют его быстрому истиранию.

3. Температура окружающей среды

Низкие температуры могут привести к тому, что резиновая смесь зимних шин станет более жесткой, что увеличивает вероятность появления трещин и микротрещин. Постоянное воздействие экстремально низких температур может ускорить износ резины.

4. Качество изготовления и состав резины

Высококачественные зимние шины изготавливаются из специальных смесей резины, которые сохраняют эластичность при низких температурах и обладают повышенной стойкостью к износу. Дешевые или некачественные шины могут изнашиваться гораздо быстрее.

5. Неправильное давление в шинах

Недостаточное или избыточное давление в шине может привести к неравномерному износу. Например, недостаточное давление вызывает повышенный износ боковых частей протектора, тогда как избыточное — центральной части.

6. Срок службы

Даже если шины используются редко, они всё равно подвергаются старению. Резина со временем теряет свои свойства, становясь более хрупкой и подверженной трещинам. Рекомендуемый срок эксплуатации зимних шин составляет примерно 5-7 лет, после чего их рекомендуется заменить независимо от степени износа протектора.

Зимние шины, шипованные и фрикционные, изнашиваются и восстанавливаются поразному.

Существует несколько технологий восстановления шин.

1. Глубокая очистка протектора – при засорении протектора песком и грязью сцепные свойства шины снижаются. Очистка может частично вернуть потерянные характеристики.

2. Углубление протектора – при небольшом износе возможно специальное углубление рисунка протектора с помощью оборудования, что позволяет продлить срок службы шины.

3. Пропитка – специальные составы могут восстанавливать эластичность резины, что улучшает сцепление с дорогой.

4. Шлифовка – это процесс удаления верхнего, изношенного слоя резины с протектора для восстановления сцепных свойств шины. Этот метод применяется для фрикционных шин («липучек»), которые со временем теряют свои характеристики из-за износа и загрязнения поверхности протектора. Шлифовка позволяет вернуть шинам их первоначальные свойства и улучшить поведение автомобиля на дороге в зимних условиях.

5. Замена вылетевших шипов – если шипы вылетели, деформированы или изношены, их можно заменить на новые с помощью специальных ремонтных шипов. Установка ремонтных шипов выполняется с помощью профессионального оборудования.

Как определить износ зимних шин?

Чтобы оценить износ шины, можно воспользоваться следующими методами.

1. Использование измерителя глубины протектора

Самый точный способ — использовать специальный инструмент, называемый измерителем глубины протектора. Этот прибор позволяет точно измерять глубину канавок протектора.

Новая шина: Глубина протектора обычно составляет около 8–10 мм.

Минимальная допустимая глубина: Согласно постановлению Правительства РФ от 19.04.2024 №1090 «О правилах дорожного движения», минимальная допустимая глубина протектора для зимних шин составляет 4 мм. При достижении этой отметки шину рекомендуется заменить.

Если глубина протектора менее 4 мм, шина запрещена к эксплуатации, так как считается изношенной и теряет значительную часть своей эффективности на снегу и льду.

2. Индикаторы износа на шинах

Многие современные шины оснащены встроенными индикаторами износа. Обычно это небольшие выступы внутри канавок, которые становятся видны, когда шина достигает предела своего ресурса.

Когда индикатор становится видимым, это означает, что шина достигла минимально допустимой глубины протектора и требует замены.

Для шипованных шин важен не только износ протектора, но и состояние самих шипов. Назовем способы оценки состояния шипованной шины.

1. Проверка количества оставшихся шипов

На новой шине количество шипов варьируется в зависимости от модели и производителя, но обычно оно составляет от 100 до 150 штук на одну шину.

Если у вас осталось менее половины первоначальных шипов, шину следует восстановить. Меньшее количество шипов существенно снижает эффективность шины на льду.

2. Оценка высоты оставшихся шипов

Высота шипов также играет важную роль. Новые шипы обычно имеют высоту около 1,2–1,5 мм над поверхностью протектора. Со временем шипы изнашиваются и становятся короче.

Минимальная высота выступающей части шипа должна составлять не менее 0,5 мм. Если большинство шипов ниже этого значения, шину стоит восстановить с помощью ремонтных шипов.

Чтобы приблизительно рассчитать процент износа шины, вы можете использовать следующую формулу:

$$\text{процент износа} = \left(1 - \frac{\text{текущая глубина протектора(мм)} - 4\text{(мм)}}{\text{глубина нового протектора(мм)}}\right) \text{x}100\%$$

где 4 (мм) - минимально допустимая высота протектора, разрешенного к эксплуатации.

Например, если новая шина имела глубину протектора 9 мм, а текущая глубина составляет 5 мм, расчет будет следующим:

$$\left(1 - \frac{5-4}{9}\right) \text{x}100\% = 88{,}8\%$$

График снижения эффективности торможения при изношенной шине

Согласно испытаниям, опубликованным в статье «Мы испытали 32 комплекта зимних шин» журнала «За рулём», можно построить графики снижения эффективности торможения зимних шин.

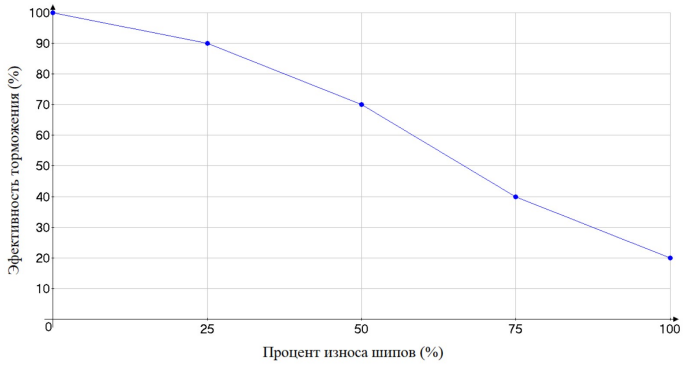


Рис. 1. Снижение эффективности торможения шипованных шин с износом шипов

График, показывающий снижение эффективности торможения шипованных шин в зависимости от износа шипов (рис.1). Как видно, с увеличением износа эффективность торможения падает: при 50% износе тормозная эффективность снижается примерно до 70%, а при полном износе (100%) она составляет около 20%.

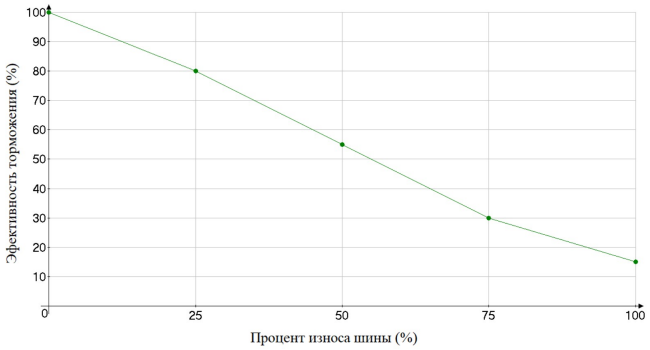


Рис. 2. Снижение эффективности торможения фрикционных шин с износом

График, демонстрирующий снижение эффективности торможения фрикционных шин по мере износа (рис.2). При 50% износе эффективность торможения падает до 55%, а при полном износе (100%) составляет около 15%.

Благодаря своевременным методам восстановления шин, мы можем продлить время их работоспособного состояния и сохранить период максимально эффективного их использования и улучшить безопасность на дороге в зимний период, а также снизить затраты на эксплуатацию автомобиля.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».
2. ГОСТ Р 52747-2007 «Автомобильные транспортные средства. Шипы противоскольжения».
3. ГОСТ 34342-2017 «Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зимние, оборудованные шипами противоскольжения».
4. Балабин, И.В. Автомобильные и тракторные колеса и шины: основы теории и расчета: монография - М: МАМИ, 920с, 2014 .

УДК 629.3.027.543.2

ЮРОВ А. М., СОКОЛОВ А.А., АРХИПОВ А.Н.

МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗИМНИХ ШИПОВАННЫХ ШИН АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В процессе эксплуатации автомобиля происходит износ шипованных шин и очень важно следить за их состоянием. Шипы на зимних шипованных шинах предназначены для улучшения сцепления с дорожным покрытием в условиях гололеда и снега. Регулярная проверка состояния шипов на зимних шинах является важной частью технического обслуживания автомобиля и способствует безопасной и экономичной эксплуатации в зимний период.

Существует несколько типов шипов.

1. Стальные шипы – наиболее распространенный и долговечный тип шипов. Они обладают высокой прочностью и устойчивостью к механическим нагрузкам.

2. Алюминиевые шипы – используются для уменьшения веса шины и снижения нагрузки на дорожное покрытие. Однако такие шипы менее прочны, чем стальные, и склонны к быстрому износу и вылету.

3. Алюминиевые шипы с карбидом вольфрама – это комбинированные шипы, где основной корпус выполнен из алюминия, а центральная часть – из твердого карбида вольфрама, что увеличивает срок службы шипа и улучшает сцепление.

Стальные шипы меньше подвержены вылетанию, чем алюминиевые.

Основные причины:

- Механическая прочность стали выше, что делает шипы более устойчивыми к ударным нагрузкам при контакте с твердыми поверхностями, такими как асфальт.
- Стабильность фиксации: сталь меньше подвержена деформации под давлением, что позволяет шипам сохранять форму и не вылетать даже при интенсивной эксплуатации.
- Износоустойчивость: стальные шипы медленнее изнашиваются, а их надежная фиксация в резине предотвращает вылет.

Алюминиевые шипы, несмотря на их легкость, более мягкие и подвержены деформации. При частой езде по твердым поверхностям, таким как асфальт, алюминиевые шипы бы-

стрее изнашиваются, а при деформации теряют свою форму и способность держаться в протекторе. Это приводит к их вылету.

В связи с этим в современных шинах чаще всего используют алюминиевые шипы с карбидом вольфрама, которые совместили преимущество алюминиевых – минимальная масса, и преимущество стальных - твердость.

Шип состоит из двух ключевых частей (рис.1):

1. Корпус – может быть сделан из стали или алюминия, в зависимости от типа шипа. Корпус отвечает за фиксацию шипа в резине.

2. Сердечник – обычно изготавливается из карбида вольфрама, который обеспечивает сцепление шипа с дорогой. Этот материал очень тверд и устойчив к износу.



Рис. 1. Устройство шипа

Шипы устанавливаются в специальные отверстия на заводе или в процессе ремонта шин. Фиксация шипа обеспечивается за счет давления резины протектора, которая обжимает шип.

Перечислим основные причины вылета шипов.

1. Интенсивное использование на твердом покрытии – шипы быстрее изнашиваются при резком разгоне и торможении на асфальтовом покрытии, что снижает их фиксацию в протекторе.

2. Деформация шипов – мягкие материалы, такие как алюминий, быстрее деформируются и теряют свою форму, что приводит к вылету.

3. Неравномерное давление в шинах – неправильное давление в шинах приводит к усиленному износу протектора и вылету шипов.

4. Неправильная установка – если шипы не были правильно установлены изначально, они могут вылететь при эксплуатации.

5. Неправильные углы установки колес - неправильная установка углов может привести к ускоренному износу не только самих шин, но и шипов.

Шипы на зимних шинах обычно начинают терять свою эффективность через 2-3 сезона, в зависимости от условий эксплуатации и качества дороги. Признаки, когда стоит подумать о восстановлении:

1) износ шипов: Если шипы значительно стерлись или стали менее заметны при боковом взгляде на шину, их эффективность снижается, то есть снижается сцепление на льду и снегу;

2) общая изношенность резины: Если протектор изношен ниже допустимого уровня (по ГОСТ 34342-2017 «Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зим-

ние, оборудованные шипами противоскольжения»- 4 мм), покрышки нужно менять, даже если шипы еще целы.

Проверка состояния шипов на зимних шинах рекомендуется проводить регулярно, особенно после нескольких сезонов эксплуатации. Обычно это делают перед началом зимнего сезона и дальше каждые 10-20 тысяч километров пробега.

Шип считается изношенным, если:

- его сердечник или выступающая часть износились до минимальной высоты или отделилась от основания;
- шип потерял свою форму или начал болтаться в протекторе;
- если шип вылетел или его головка стала слишком плоской.

Если протектор еще не износился, а часть шипов уже вылетела или потеряла свои свойства, существуют ремонтные шипы (рис.2). Они различаются по высоте и диаметру стального корпуса в зависимости от остаточной высоты протектора восстанавливаемой шины. Это экономичный способ продлить срок службы шины без полной замены. Они позволяют вернуть шине ее первоначальные сцепные свойства на льду и снегу.

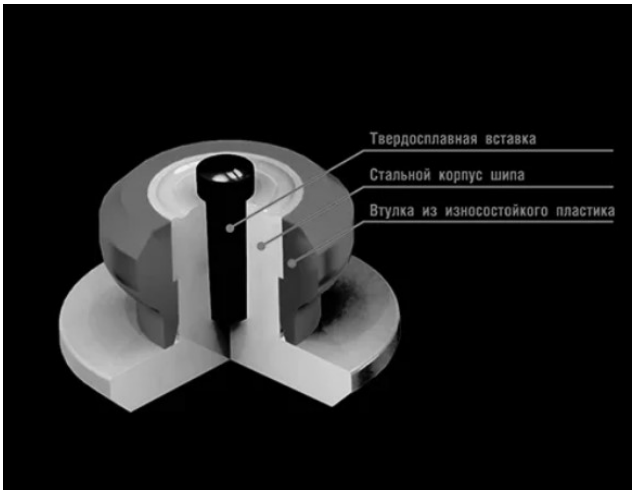


Рис. 2. Ремонтный шип

Ремонтные шипы целесообразно устанавливать в следующих случаях:

- если шина в целом находится в хорошем состоянии, но часть шипов вылетела.
- протектор шины не изношен более чем на 50%. Если износ значительный, установка ремонтных шипов теряет смысл, так как изношенный протектор не сможет эффективно удерживать шипы.

Технология установки ремонтных шипов:

1. Очищаются отверстия под шипы от загрязнений или поврежденного шипа.
2. Подбор высоты шипа.
3. Используется специальное оборудование для установки шипов в существующие отверстия.
4. Проверяется надежность фиксации каждого шипа.

Восстановление за счет замены изношенных и поврежденных шипов в соответствии с представленной методикой позволяет улучшить сцепные свойства и тем самым продлить срок эксплуатации зимних шипованных шин. Правильная установка шипов и своевременная замена изношенных компонентов помогут избежать проблем с эксплуатацией и продлить срок службы шин, а также обеспечить безопасность водителя и окружающих в экстренных ситуациях.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

2. ГОСТ Р 52747-2007 «Автомобильные транспортные средства. Шипы противоскольжения».
3. ГОСТ 34342-2017 «Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зимние, оборудованные шипами противоскольжения».
4. Балабин, И.В. Автомобильные и тракторные колеса и шины: основы теории и расчета: монография - М: МАМИ, 920с, 2014 .

УДК 629.3.027.5

ЮРОВ А. М., СОКОЛОВ А.А., АРХИПОВ А.Н.

МЕТОДИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ЗИМНИХ ФРИКЦИОННЫХ ШИН АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Фрикционные зимние шины (или нешипованные) – это тип автомобильных шин, который используется в зимних условиях для улучшения сцепления с дорогой благодаря специально разработанному рисунку протектора и материалам, которые обеспечивают надежное сцепление на снегу и льду.

Фрикционные зимние шины отличаются от летних и всесезонных шин несколькими ключевыми особенностями.

1. Рисунок протектора: У фрикционных зимних шин протектор имеет более глубокие и широкие канавки, которые помогают отводить воду и снег из зоны контакта шины с дорогой. Также на протекторе часто присутствуют ламели – узкие прорези, которые позволяют шине "цепляться" за лед и укатанный снег.
2. Материалы: Зимние шины изготавливаются из резиновых смесей, содержащих специальные добавки, которые сохраняют эластичность при низких температурах. Это обеспечивает хорошее сцепление на холодных и мокрых дорогах.
3. Маркировка: На боковине фрикционной зимней шины обычно присутствует символ трех горных пиков и снежинки (3PMSF), что указывает на то, что шина прошла испытания и соответствует стандартам безопасности для использования в зимних условиях.

Как и любые другие шины, фрикционные зимние шины в основном подвержены продольному гребенчатому износу (рис.1).

Этот износ обусловлен тем, что шина работает угловатыми краями, упираясь и вгрызаясь в дорожное покрытие

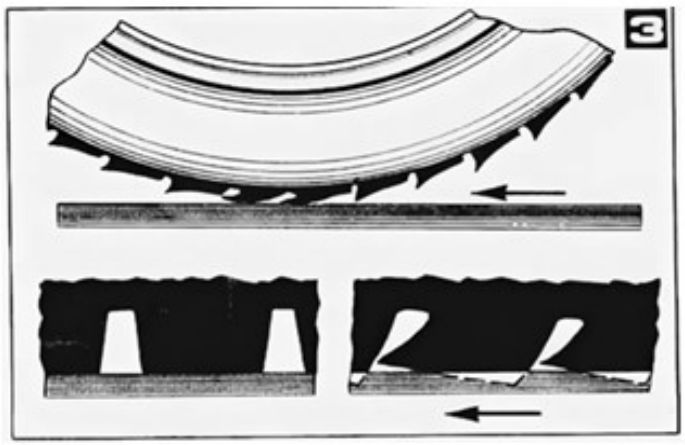


Рис.1. Продольный гребенчатый износ шин

Основные причины износа включают:

1. Естественный износ: протектор постепенно стирается при контакте с дорожным покрытием. Этот процесс ускоряется при частых поездках по твердым и неровным поверхностям.
2. Неправильное давление воздуха: низкое или высокое давление в шинах может привести к неравномерному износу протектора.
3. Интенсивная эксплуатация: агрессивный стиль вождения, резкие торможения и ускорения также способствуют быстрому износу шин.
4. Погодные условия: сильные морозы и частые переходы через "ноль" могут ускорить износ резины.

Если износ протектора достиг критического уровня (по ГОСТ 34342-2017 «Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зимние, оборудованные шипами противоскольжения»-4 мм), шины необходимо заменить. Фрикционные шины подвержены продольному гребенчатому износу, который постепенно снижает эффективность их работы. Однако существует некоторые методы восстановления шин.

Методы восстановления фрикционных зимних шин

1. Холодная наварка. Применяется, если каркас покрышки хорошо сохранился. Сначала с помощью спецоборудования проверяют состояние шин. Затем на шероховальном станке удаляют остатки старого каркаса, после чего при помощи клея для ремонта шин устраняют дефекты (проколы, порезы и т. п.). После этого накладывают слой жидкой резины, а затем на эту основу под высоким давлением клеят протекторную ленту — заготовку, которая станет новым протектором. Потом следует вулканизация, когда шина помещается в автоклав, где создаётся давление в 6–8 бар, а также температура около 115 °C. В результате протектор и каркас прочно соединяются между собой.

2. Горячая наварка. Каркас шины очищают от старого протектора и подвергают шерохованию. Затем на шину одевают брейкерный слой и накладывают новый протекторный слой. Финальный этап – вулканизация, которая происходит в пресс-форме, подобной прессформе для производства новых шин. Здесь формируется новый протектор и происходит окончательная вулканизация. Температура «выпекания» в этом случае составляет около 160 градусов по Цельсию. В итоге из камеры выходит практически новая резина, не отличающаяся по свойствам от заводской.

3. Шлифовка (инновационный метод) (рис.2).

Шина закрепляется на стенде, подводится вращающийся шлифовальный диск до касания. Стенд имеет частоту вращения 10 об/мин, а шлифовальный диск 3000 об/мин, это нужно для равномерного снятия изношенной резины. Шину начинают вращать, тем самым стачивая верхний слой до определенного момента, до придания покрышке правильной формы. Этот метод направлен на устранение продольного гребенчатого (пилообразного) износа. Применяется, если протектор в самом изношенном месте, имеет глубину более 4мм.Метод восстановления шлифованием включает удаление старого протектора с помощью специального оборудования, которое снимает тонкий слой резины до восстановления геометрии протектора. Этот метод помогает восстановить работоспособность фрикционной шины, так как работа такого типа шин заключается в упоре угловатыми частями протектора в несущую поверхность. С помощью этого способа можно также устранить последствия пилообразного износа, такие как вибрация на руле и на кузове, проблемы с балансировкой, сокращение ресурса шины, аквапланирование.



Рис. 2. Шлифовальный станок

Процесс восстановления состоит из следующих этапов:

1) подготовка шины: шина очищается от грязи и остатков старой резины;

2) шлифовка: специальный аппарат снимает верхний слой изношенной резины. Глубина снятия зависит от степени износа шины.

Таблица 1

Плюсы и минусы метода восстановления шлифованием

Плюсы	**Минусы**
Экономичность	Меньший ресурс шины
Улучшение характеристик	Ограниченное количество циклов
Экологичность	
Возможность сохранить шину	

Этот метод обладает сравнительными преимуществами, по сравнению с другими способами восстановления, такими как меньшие экономические затраты и сохранение заводской прочности соединения протектора с базовым слоем шины.

Восстанавливаемой шине стачивают изношенную часть протектора, что приводит ее к устранению продольного гребенчатого износа и результатом этого становится улучшение характеристик сцепления на снеге и льду. Современные методы шлифовки или наварки позволяют добиться восстановлению характеристик и качества, близкого к новому изделию.

Фрикционные зимние шины являются важным компонентом безопасности зимой, и их состояние должно тщательно контролироваться. Восстановление шлифованием может продлить срок службы шин и улучшить их характеристики, но этот метод подходит только для определенных типов шин и должен выполняться профессионалами с соблюдением всех технологических требований.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».

2. ГОСТ Р 52900-2007 «Шины пневматические для колесных автомобилей и прицепов к ним»

3. Балабин, И.В. Автомобильные и тракторные колеса и шины: основы теории и расчета: монография - М: МАМИ, 920с, 2014 .

УДК 629.3.027.543.2

ЮРОВ А. М., СОКОЛОВ А.А., АРХИПОВ А.Н.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ДОШИПОВКИ ЗИМНИХ ШИН АВТОМОБИЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Эффективность торможения зимних шипованных шин снижается со временем. Причины, которые влияют на работоспособность шипов и самой резины могут быть следующими:

1. **Износ шипов**

Основной причиной является постепенный износ шипов. В ходе эксплуатации шипы подвергаются значительным нагрузкам, что ведет к деформации и стиранию их рабочей поверхности. Острые кромки становятся округлыми, что снижает способность эффективно врезаться в лёд и снег, ослабляя силу сцепления с дорожным покрытием.

2. **Потеря шипов**

В процессе езды шипы постепенно выпадают из посадочных гнезд. Причинами могут быть плохое крепление шипов, сильные удары о неровности дороги, резкие маневры и бук-

сование. Каждое потерянное шипованное звено ухудшает общее сцепление и увеличивает тормозной путь.

3. **Изменение свойств резины**

Резина, из которой изготовлены зимние шины, со временем теряет свои эластичные свойства. Под влиянием температуры, солнечного света и химического старения материал становится менее упругим и хуже адаптируется к изменению температуры. Такая резина хуже сцепляется с поверхностью дороги, ухудшая эффективность торможения.

4. **Поверхностный износ резины**

Помимо шипов, сами протекторы зимних шин подвержены сильному износу. Протектор постепенно стачивается, уменьшается глубина рисунка, а вместе с этим ухудшаются дренажные свойства и сцепление с дорогой, особенно на мокрой или заснеженной трассе.

5. **Условия эксплуатации**

Езда преимущественно по асфальтовым дорогам без снежного покрова приводит к дополнительному износу шипов и раннему выходу из строя резины. Более щадящим режимом эксплуатации является передвижение по покрытым снегом трассам, где шипы сохраняют свою форму дольше.

Стоит помнить, что именно зимняя резина оказывает значительное влияние на управляемость автомобилем зимой, особенно на покрытой льдом дороге. Один из важнейших показателей эффективности зимней резины — длина тормозного пути на льду.

Зачем нужен замер тормозного пути?

Основной задачей зимних шин является сокращение тормозного пути и повышение сцепления с дорогой, особенно в экстремальных погодных условиях. Хорошее состояние зимней резины помогает сократить дистанцию торможения и сделать поездку более безопасной.

Замеры тормозного пути показывают разницу в длине тормозного пути между покрышками, в разном состоянии и при разном износе, на одном автомобиле при одинаковых дорожных условиях. Эти данные демонстрируют преимущества неизношенных или отремонтированных шин в сравнении с моделями, имеющими пробег, показывая, насколько быстрее машина сможет остановиться при экстренном торможении.

Кроме того, тесты помогают определить различия между разными марками и моделями зимних шин. Это позволяет водителю осознанно подойти к выбору резины, основываясь на объективных показателях.



Рис. 1. Новая зимняя шина

Методика измерения тормозного пути при дорожных испытаниях

Процесс замера тормозного пути довольно прост и осуществляется следующим образом:

1. **Подготовка трассы.** Поверхность ледяного покрытия заранее выравнивается и очищается от снега, чтобы добиться однородности льда.

2. **Проведение теста.** Испытатель разгоняет автомобиль до заданной скорости (50 км/ч) и резко нажимает педаль тормоза. Задача — зафиксировать длину тормозного пути от момента начала торможения до полной остановки автомобиля. Проводят 4-5 замеров на каждых комплектах шин для получения среднего результата.

3. **Анализ результатов.** Затем сравнивают полученные значения длины тормозного пути разных комплектов шин. Значительная разница длины тормозного пути свидетельствует о высоком уровне сцепления у новых шин и об его изменении по мере износа.

Приведем полученные результаты.

Замеры проводились на новых шинах размером 185/65R15 на Skoda Rapid по ледяному покрытию прибором для проверки эффективности тормозных систем транспортного средства «эффект-02.01»..

Таблица 1

Замеры тормозного пути на новых шинах

Марка шины	Тормозной путь с 50 км/ч в м.
Michelin X-ice North 4	36,2
Yokohama iceGuard iG65	39,5
Bridgestone Noranza 001	39,1
Nokian Hakkapeliitta 9	37,0
Hankook Winter i*Pike RS2	38,3
Nokian Nordman 7	40,2
Goodyear Ultragrip ice Arctic	39,4

С увеличением пробега автомобиля количество полноценных, действующих шипов уменьшается, что отрицательно сказывается на характеристиках сцепления и торможения на скользких участках дорог

.



Рис. 2. Шина с изношенными шипами

Проведем замеры этих же шин, но с изношенными шипами на том же участке трассы.

Таблица 2

Замеры тормозного пути на изношенных шинах

Марка шины	Тормозной путь с 50 км/ч в м.
Michelin X-ice North 4	57,9
Yokohama iceGuard iG65	66,0
Bridgestone Noranza 001	67,8
Nokian Hakkapeliitta 9	59,2
Hankook Winter i*Pike RS2	64,5
Nokian Nordman 7	72,3
Goodyear Ultragrip ice Arctic	65,1

Замеры показали, что эффективность торможения снизилась на 60-80%. Замеры показывают увеличение тормозного пути. Для восстановления эффективности торможения заменили изношенные шипы на ремонтные. Проведем серию дополнительных замеров.



Рис. 3. Шина с установленными ремонтными шипами



Рис. 4. Ремонтные шипы после 3000 км

Таблица 3

Замеры тормозного пути на отремонтированных шинах

	Тормозной путь с 50 км/ч в м.
Michelin X-ice North 4	**43,4**
Yokohama iceGuard iG65	**46,9**
Bridgestone Noranza 001	**49,5**
Nokian Hakkapeliitta 9	**47,4**
Hankook Winter i*Pike RS2	**50,3**
Nokian Nordman 7	**53,5**
Goodyear Ultragrip ice Arctic	**48,8**

Эффективность торможения возросла на 50-60% относительно изношенных шин.

Ремонтные шипы в эксплуатации.

Ремонтные шипы, как и обычные новые шипованные шины, нуждаются в правильном подходе в процессе эксплуатации, особенно в начальный период после установки. Одним из ключевых моментов является процедура обкатки, которая заключается в плавном вождении первые 500-1000 км, соблюдении скоростного режима70-80 км/ч. Обкатка позволяет новым шипам занять своё место в протекторе и прочно зафиксироваться в посадочных местах, гарантируя долгую службу и надежное сцепление с дорогой.

Длина тормозного пути — важный критерий оценки качества зимних шин. Замеры подтверждают преимущество новых моделей в условиях гололеда и подчеркивают необходимость следить за состоянием шин. Замена изношенных шипов позволяет восстановить эффективности зимних шин — залог безопасности на дорогах в зимний период, а также способ продления ресурса зимних колес.

Библиографический список

1. Технический регламент Таможенного союза ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств».
2. ГОСТ Р 52747-2007 «Автомобильные транспортные средства. Шипы противоскольжения».
3. ГОСТ 34342-2017 «Автомобильные транспортные средства. Шины пневматические зимние, оборудованные шипами противоскольжения».

Подсекция 4.3

Автотракторные двигатели внутреннего сгорания

УДК 621.432.2

ГРЕБНЕВ М.С., ТИХОМИРОВ А.Н.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРОРЫВА ГАЗОВ В ЦИЛИНДРАХ НА МОЩНОСТНЫЕ ПАРАМЕТРЫ ДВИГАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Компрессией двигателя автомобиля называют давление, которое создаётся в цилиндре в момент окончания такта сжатия, т.е. в момент, когда поршень достиг верхней мёртвой точки. Фактически это максимальное давление сжатия, которое создаётся во время прокрутки двигателя. С помощью этого параметра оценивается состояние цилиндро-поршневой группы [1,2].

Для того, чтобы определить влияние просочившихся газов через зазоры в уплотнительных кольцах на мощностные параметры двигателя, было проведено экспериментальное определение на моторном стенде расхода картерных газов через кольца в картер двигателя.Технические характеристики двигателя: ВАЗ 2101, карбюраторный бензиновый двигатель 1979 года выпуска. Объём — 1198 см³, максимальная мощность – 47,2 кВт (64 л. с.).

Перед тем как нагружать двигатель, в нем было проведено измерение компрессии по цилиндрам. Испытания проводились в лаборатории ДВС НГТУ, замерялись показания крутящего момента, частоты вращения двигателя. Расход картерных газов замерялся расходомером ТДР-2. Ниже в табл.1 и табл.2 приведены полученные данные.

Таблица 1
Показания компрессии

	1 цилиндр	2 цилиндр	3 цилиндр	4 цилиндр
Показания компрессии, кг/см^2	11,9	12,1	12,1	11,8

Таблица 2
Расчетные данные

Частота вращения коленчатого вала двигателя n, об/мин	Показания весов динамометра P, кг	Расход воздуха двигателем Vв, м^3/ч	Период импульсов между лопастями ТДР-2 T, мс	Частота вращения ТДР-2 f, Гц	Мощность двигателя N, кВт
1860	10,65	53,1	0,2	5 000	14,55
2100	11,10	59,6	0,2	5 000	17,13
2300	11,20	66,1	0,2	5 000	18,93
2700	11,50	79,5	0,19	5 200	22,81

По проведенным данным видно, что частота вращения турбинки ТДР-2 практически не меняется, следовательно, расход газов примерно постоянен≅ 1,1 м^3/ч (определён с помощью тарировочной кривой расходомера) [3]. Сопоставляя расходы двигателя и картерных газов,получаем, что доля просочившихся газов меняется в данном диапазоне от 2 % (1,1/53,1) до 1,4 % (1,1/79,5). Исходя из этого, можно сделать вывод, чтопрорыв газов практически не влияет на выходную мощность двигателя на малых частотах при полной нагрузке.С увеличением частоты вращения следует ожидать снижения доли прорывающихся газов и, соответственно, потерь заряда приводящих к снижению мощности.

Библиографический список

1. Диагностирование ДВС. В.М.Коншин, С.Е.Сабуренков, МАДИ, 2021
2. Руководство по ремонту ВАЗ 2101 (Жигули), 1970…1985 года
3. Преобразователь расхода турбинный. Техническое описание и инструкция по эксплуатации 4Е2.833.095

УДК 621.432.4

ГРУШИН Ю.В.

РАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНЫЙ ВАЛ С ИЗМЕНЯЕМОЙ ГЕОМЕТРИЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Решение относится к гражданскому машиностроению, а именно к силовому агрегату автомобиля с целью увеличения тяговых характеристик двигателя.

В современных автомобильных двигателях, как правило, расположен в верхней части головки блока цилиндров и соединён со шкивом или зубчатой звёздочкой коленвала ремнём или цепью ГРМ соответственно, и вращается с вдвое меньшей частотой, чем последний (на 4-тактных двигателях). Составной частью распредвала являются его кулачки, количество которых традиционно соответствует количеству впускных и выпускных клапанов двигателя. Таким образом, каждому клапану соответствует индивидуальный кулачок, который и открывает клапан, набегая на рычаг толкателя клапана. Когда кулачок «сбегает» с рычага, клапан закрывается под действием мощной возвратной пружины.

Система изменения фаз газораспределения в двигателях внутреннего сгорания предназначена для изменения времени открытия клапанов и часто применяется для улучшения показателей эффективности, экономичности и токсичности. Система все более часто используется совместно с системой изменения высоты подъёма клапанов. Изменение фаз газораспределения может достигаться разными способами: полностью механическим, электрогидравлическим и при конструкции двигателей без использования кулачков. Одной из причин внедрения автопроизводителями систем изменения фаз газораспределения является законодательное ужесточение норм токсичности.

Недостатком данной бороны является то, что она имеет дорогую и громоздкую конструкцию, что приводит к увеличению подкапотного пространства и стоимости.

Решаемая задача – упрощение и оптимизация массы и технологии.

Технический результат – уменьшенная система изменения фаз газораспределения.

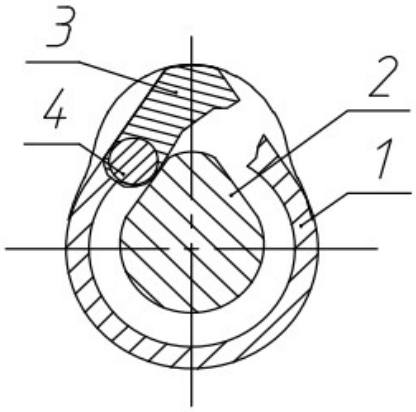
Указанный технический результат достигается тем, что распределительный вал содержит внутри себя еще один вал, воздействующий на кулачки впускных и выпускных клапанов.

Кулачкив обычном положении находятся на стандартной высоте для данного агрегата, при активации системы, высота нажимного кулачка увеличивается.

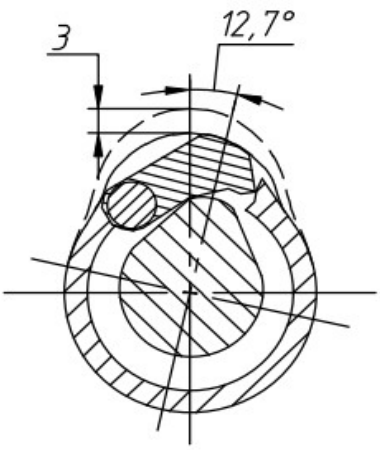
Кулачки внутреннего вала по форме схожи с внешним.

В действие приводится компонентом по строению схожим с фазовращателем.

Данное техническое решение позволит при минимальных изменениях в конструкции двигателя, минимальных размерах самой системы – увеличить наполняемость цилиндров, что в результате дает увеличение мощность.



Фиг. 1



Фиг. 2

Рис. 1. Полезная модель: впускной распределительный вал 1 с управляемым кулачком 3, ось вращения кулачка 4, вал 2, управляющий поднятием кулачка.

Библиографический список

1. Теория двигателей внутреннего сгорания. Дьяченко В.Г. – 2009 г.
2. Устройство и работа поршневых ДВС. В. М. Басуров, В. С. Клевцов – 2020 г.
3. Устройство и диагностика топливных и моторных систем, двигателей внутреннего сгорания и электрооборудования автомобилей. Смирнов Ю. А. – 2025 г.

УДК 621.43:004.942

ОШМАРИН А.А., ПЛОТНИКОВ С.А.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИФРОВЫХ ДВОЙНИКОВ В ИССЛЕДОВАНИИ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Вятский государственный университет

В условиях ужесточения экологических стандартов и роста требований к энергоэффективности транспортных систем цифровые двойники становятся ключевым инструментом для исследования и оптимизации двигателей внутреннего сгорания. Данная технология, представляющая собой виртуальные копии физических объектов, синхронизированные с реальными данными в режиме реального времени [1], открывает новые возможности для анализа рабочих процессов, прогнозирования отказов и снижения затрат на разработку.

Основу цифрового двойника ДВС составляют комплексные физико-математические модели, описывающие термодинамические, газодинамические и механические процессы, протекающие в двигателе. Эти модели интегрируются с потоками данных от датчиков, отслеживающих давление, температуру, вибрации и состав выхлопных газов, что позволяет создать динамическую систему, способную адаптироваться к изменениям рабочих параметров [2]. Для обработки столь значительных объемов информации и повышения точности прогнозов применяются методы машинного обучения, включая нейросетевыеалгоритмы, которые выявляют скрытые закономерности и корректируют модели в автоматическом режиме.

Одним из наиболее значимых направлений применения цифровых двойников является оптимизация проектирования ДВС. Виртуальное моделирование рабочих циклов, включая сложные режимы сгорания, позволяет существенно сократить количество физических прото-

типов и ускорить процесс разработки. Например, анализ распределения температур и напряжений в компонентах двигателя помогает выявить критические зоны и внести конструктивные изменения до начала производства. Кроме того, цифровые двойники используются для калибровки систем управления, обеспечивая оптимальные параметры топливно-воздушной смеси и момента зажигания, что напрямую влияет на КПД и экологические показатели.

Важным аспектом является применение цифровых двойников в прогнозной аналитике и диагностике. Системы мониторинга, основанные на анализе данных в реальном времени, способны обнаруживать признаки износа или повреждения компонентов, такие как микротрещины в блоке цилиндров или деформации клапанов, задолго до возникновения критических отказов. Это позволяет перейти от планового обслуживания к предиктивному, что значительно повышает надежность и снижает эксплуатационные затраты.

Экологические исследования также выигрывают от внедрения цифровых двойников. Моделирование процессов образования вредных выбросов, включая оксиды азота и сажу, позволяет оценить влияние различных конструктивных и режимных параметров на экологические показатели. Это особенно актуально в свете ужесточающихся нормативов, таких как Евро-7, и развития альтернативных видов топлива. Виртуальные испытания дают возможность тестировать совместимость ДВС с биотопливом или водородными смесями без необходимости дорогостоящих натурных экспериментов.

Несмотря на значительные преимущества, внедрение цифровых двойников сталкивается с рядом технологических проблем. Высокая сложность моделирования нелинейных процессов, таких как турбулентное горение, требует использования ресурсоемких методов вычислительной гидродинамики [3], что ограничивает скорость расчетов. Кроме того, обеспечение точности прогнозов зависит от качества входных данных, которые могут искажаться из-за погрешностей датчиков или неучтенных внешних факторов. Решение этих задач связано с развитием вычислительных мощностей, включая применение квантовых алгоритмов, и совершенствованием методов обработки сигналов.

Перспективы развития цифровых двойников в исследовании ДВС связаны с их дальнейшей интеграцией в сквозные процессы проектирования и производства. Автономные системы, способные к самообучению и адаптации, позволят создавать более гибкие и эффективные решения, сокращая время вывода новых технологий на рынок. Кроме того, сочетание цифровых двойников с технологиями цифровых фабрик открывает возможности для оптимизации всего жизненного цикла двигателей, от разработки до утилизации.

Таким образом, цифровые двойники представляют собой мощный инструмент для модернизации исследований ДВС, обеспечивая значительный прогресс в области экологии, надежности и экономической эффективности. Дальнейшее развитие этой технологии, подкрепленное достижениями в области искусственного интеллекта и вычислительных методов, будет способствовать созданию более совершенных и устойчивых энергетических установок, отвечающих условиям современности.

Библиографический список

1. Хлудов, И. В. Исследования цифровых двойников в машиностроительных производствах [Электронный ресурс] // Синергия Наук. URL: http://synergy-journal.ru/archive/article7661 (дата обращения: 10.04.2025).
2. Царев, М. В., Андреев Ю. С. Цифровые двойники в промышленности: история развития, классификация, технологии, сценарии использования // Приборостроение. 2021. № 7. С.517-531
3. Tran V.D., Sharma P., Nguyen L.H. Digital twins for internal combustion engines: A brief review // Journal of Emerging Science and Engineering. 2023. Vol. 1. No. 1. Pp. 29–35.

УДК 621.436.5

ПЛЕХОВ Д.В., ПЛОТНИКОВ С.А.

УЛУЧШЕНИЕ ПУСКОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЗЕЛЬНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНЕШНИМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ

Вятский Государственный университет

В настоящее время остро стоит вопрос о введении в обиход способов и устройств для улучшения запуска установок, машин и механизмов, питаемых дизельными ДВС в неблагоприятных условиях и условиях низких температур. Необходимость улучшений обусловлена повышением надежности и работоспособности ДВС, а, следовательно, удешевлением обслуживания данных агрегатов. Разработки ведутся в нескольких направлениях: доработка конструкции двигателя; переработка и доработка состава топлива; внешнее воздействие на двигатель или топливо.

Дабы «не изобретать велосипед» нами выбрано два направления, это доработка топлива (внесение возобновляемых составляющий в состав) и внешнее воздействие на топливо (без изменения конструкции двигателя).

Доработка топлива состоит в добавлении в состав растительных масел (рапсовое и сурепное) в определенном процентном соотношении. Разработка данных многокомпонентных топлив изначально носила другой характер исследования (с уклоном в экологию) [1], однако хорошо себя зарекомендовала при использовании в тандеме с нашим способом внешнего воздействия на топливо. Составы, по некоторым показателям, показали себя даже лучше, нежели 100% дизельное топливо.

Способ внешнего воздействия на топливо состоит в использовании местного подогрева на топливопроводах высокого давления, непосредственно перед форсунками [2]. Данный способ, несомненно, влияет навремя пуска чистого дизельного топлива. Однако, при проведении эксперимента и последующем анализе данных, стало ясно, что данный метод имеет большее влияние на многокомпонентные виды топлив. Из-за большей податливости подогреву масел, относительно чистого дизельного топлива, предварительный нагрев убирает их главные недостатки, то есть, большую вязкость и плотность, а также больший диаметр капель.

Эксперимент показал потребность более глубокого изучения использования многокомпонентных топлив вкупе с предварительным местным подогревом топливопроводов, для последующего уменьшения времени пуска. Так как система предварительного нагрева удобна и в изготовлении, и в эксплуатации, имеет коммерческий потенциал для реализации. Разработки и улучшения метода будут везтись и далее

Библиографический список

1. Плотников, С. А. Теоретические предпосылки применения многокомпонентных биотопливных композиций в дизеле / Плотников С.А., Шипин А.И. // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=65602505
2. Плотников, С. А. Оценка показателей процесса сгорания и тепловыделения в дизеле с предварительным подогревом топлива / С. А. Плотников, А. Н. Карташевич, М. В. Мотовилова // [Электронный ресурс]. — Режим доступа: URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=46593874

УДК 621.436.1

ПЛОТНИКОВ С.А., СТАРОДУМОВ М.А.

СПОСОБЫ БЕЗМОТОРНОЙ ОЦЕНКИ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РАБОТЫ ДВС

Вятский государственный университет

В современных реалиях перед Российской Федерацией стоит важная задача – адаптация к глобальным изменениям в области топливной энергетики. В данном контексте ключевыми аспектами является энергобезопасность и снижение факторов, негативно влияющих на экологию. Исследование и внедрение нетрадиционных топливных смесей помогут в достижении поставленных задач. Одним из возможных направлений в таких изысканиях должно быть направление, фокусирующееся на безмоторной оценке экспресс-методами моторных свойств для ДВС, которое станет еще одним витком развития и продвижения альтернативных топлив.

В Вятском государственном университете (ВятГУ) совместно с Белорусской государственной сельскохозяйственной академией (БГСХА) ведутся исследования безмоторных методов оценки экологических показателей работы ДВС.

Особенностью таких способов оценки является установление корреляционных зависимостей и взаимосвязей физико-химических свойств топлива с количественными значениями выбросов токсичных веществ [1,2].

Для проведения исследований подготовлены бинарные смеси дизельного топлива, с рапсовым и сурепным маслами, а также этанолом. Массовая доля масел и этанола в смеси варьировалось от 10% до 50%. Для каждой топливной смеси изменялась диэлектрическая проницаемость и удельная рефракция [3].

С помощью дымомера и газоанализатора на испытательной установке были получены экспериментальные данные [4].

Исходя из полученных данных сделан вывод, что между выбросами токсичных веществ, диэлектрической проницаемостью и удельной рефракцией прослеживается взаимосвязь.

В настоящее время проводится работа по разработке формул, с помощью которых возможно будет достоверно рассчитать эмиссию отработавших газов и твердых частиц при работе ДВС не прибегая к использованию испытательных установок, специального оборудования и снизить затраты времени.

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы.

1. Выходные показатели работы ДВС, в том числе и экологические, могут зависеть от физико-химических свойств топлив, это позволяет установить между ними взаимосвязи и разработать методы безмоторной оценки.

2. В качестве экспресс-метода оценки экологических параметров ДВС можно использовать диэлектрическую проницаемость и удельную рефракцию, определение которых является простым и быстрым.

3. Установление корреляционных зависимостей является перспективным направлением в дальнейших исследованиях рабочих показателей рабочих параметров ДВС при использовании альтернативных топлив.

Библиографический список

1. Плотников, С.А. Безмоторные методы оценки эксплуатационных свойств топлив для сельскохозяйственной техники / Плотников С.А., Шишкин Г.П., Гневашев П.В., Резник Е.Н. // Вестник РГАТУ, 2021. - № 2 (13). – С. 110-115.

2. Гневашев, П.В. Безмоторная оценка экспресс-методом свойств биотоплив на основе трех компонентов / Гневашев П.В., Плотников С.А., Смольников М.В., Шишкин Г.П. //

Инновационные решения в технологиях и механизации сельскохозяйственного производства, г. Горки, 2023, с 265-268.
2. Плотников, С.А. Применение показателя рефракции в определении свойств жидких моторных топлив / Плотников С.А., Смольников М.В., Гневашев П.В. // Автотракторостроение и автомобильный транспорт, Минск, 2023, с. 145-148.
4. Саблина, З.А. Лабораторные методы оценки свойств моторных и реактивных топлив / Саблина З.А., Широкова Г.Б., Ермакова Т.И. – М.: Химия, 1978. – 240., ил.

Подсекция 4.4

Строительные и дорожные машины

УДК 629.3.018.7

АВЕРИН Д. И., ПАПУНИН А. В., ВАХИДОВ У. Ш.

ВЛИЯНИЕ ТИПА ТРАНСМИССИИ НА ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Одним из основных свойств транспортно-технологических машин является проходимость. На слабонесущих опорных поверхностях она напрямую зависит от тягового усилия. Тяговое усилие – та часть мощности двигателя, которую транспортное средство способно реализовать за счёт взаимодействия движителя с опорной поверхностью.

Основными факторами, влияющими на тяговое усилие, являются: масса транспортного средства, мощность двигателя, тип трансмиссии, вид движителя, тип опорной поверхности. В рамках практических занятий в апреле 2025 года студентами кафедры СДМ были произведены замеры тяговых усилий транспортных средств со схожими техническими характеристиками. Основные технические характеристики показаны в табл. 1. Замеры проводились на опорной поверхности в виде влажного песка.

Таблица 1

Основные технические характеристики объектов исследования

Модель ТС	Volkswagen Polo	Kia Cerato
Масса ТС	1246 кг	1236 кг
Мощность двигателя	125 л.с.	126 л.с.
Тип трансмиссии	МКПП	АКПП

В качестве средства измерений использовался электронный тяговый динамометр. Схема испытаний показана на рис. 1.

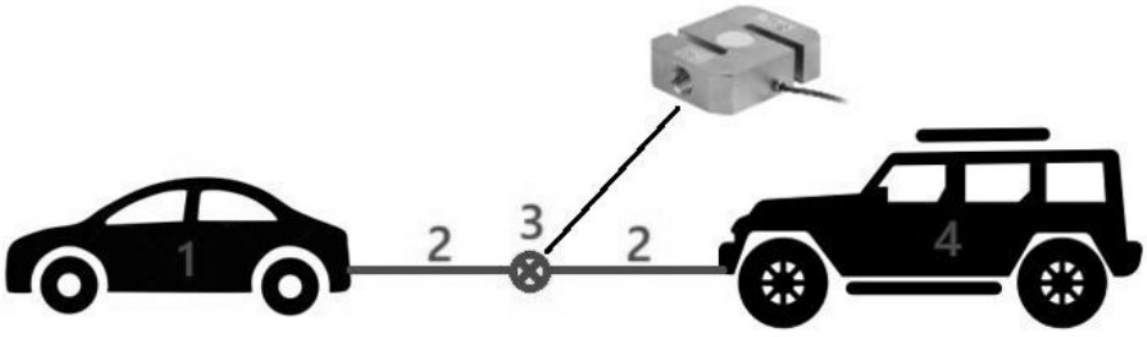


Рис. 1. Схема проведения испытаний: 1 - испытуемое ТС, 2 - тросы, 3 - тяговый динамометр, 4- неподвижный объект

Результаты натурных замеров тяговых усилий показаны в табл. 2.

Таблица 2

Полученные результаты

Номер замера	Тяговые усилия, Н	
	Volkswagen Polo	Kia Cerato
1	2800	3100
2	2950	3400
3	3000	3300

При рассмотрении полученных значений можно сделать вывод, что автомобиль с АКПП при прочих одинаковых условиях развивает большее тяговое усилие. Это обусловлено более плавной передачей крутящего момента от двигателя на ведущие колёса.

Библиографический список

1. Папунин А.В., Кельдин А.Е., Беляков В.В.,*Тяговые возможностей мотобуксировщиков* / Будущее технической науки: сборник материалов XXI Всероссийской молодежной научно-техн. конф. посвященной 105-летию Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2022. С. 254-256.

2.Марковнина А.И., Макаров В.С., Папунин А.В., Беляков В.В., Вахидов У.Ш., *Оценка эффективности транспортных средств повышенной проходимости,* Транспортные системы. 2023. № 1 (27).

УДК 629.369

ГРУШИН Ю.В., ПАПУНИН А.В.

РАЗРАБОТКА РЕКОМЕНДАЦИЙ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КОНСТРУКЦИИ АВТ. СОБОЛЬ NN ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В КОММУНАЛЬНЫХ СЛУЖБАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Чистота и благоустройство городских территорий становится значительной проблемой в быстро растущих городах. С увеличением численности населения и ростом транспортных потоков вопрос сохранения чистоты улиц становится всё более актуальным. А важной частью инфраструктуры городов становятся специализированные автомобили для уборки улиц, которые обеспечивают эффективное и оперативное решение проблемы.

В современном мире многие автопроизводители используют в своих автомобилях заднюю управляемую ось, которая в скором времени может стать обязательной в компоновке автомобиля. По этому моей исследовательской работой является расчет и исследование зависимости управляемости от угла поворота колес задней оси автомобиля, обеспечивающая маневренность, комфортность, повышение производительности при уборке улиц и безопасности. Исследование управляемости актуальны для всей продукции ГАЗ для увеличения конкурентоспособности.

Целью работы является:

1. Расширение модельного ряда автомобилей, поставляемых в государственныеструктуры.

2. Разработка и постановка на снабжение модификаций из перспективной линейки на базе Соболь NN.

3. Улучшение потребительских свойств и конкурентоспособности автомобилей ГАЗ.

4. Разработка и исследование новых технических решений по производству и оптимизации многофункциональных коммунальных машин.

Конкурентные и потребительские преимущества МКМ на базе Соболь NN:

1. Низкая стоимость по сравнению с конкурентами за счет агрегатов используемых в актуальной линейке ГАЗ.

2. Надежность – использование применяемых и отлаженных конструкторских решений.

3. Ремонтопригодность – использование применяемых и отлаженных конструкторских решений.

4. Проходимость и приспособленность к российским условиям за счет использования платформы грузового автомобиля.

5.Высокая энергоемкость и большое количество мест для размещения разного оборудования из-за использования надежного дизельного двигателя и рамы грузового автомобиля.

6. Современный интерьер и экстерьер для увеличения репутации города.

Используемые нормативные документы:

- "ГОСТ Р 50597-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Дороги автомобильные и улицы. Требования к эксплуатационному состоянию, допустимому по условиям обеспечения безопасности дорожного движения. Методы контроля";
- "ГОСТ 33181-2014. Дороги автомобильные общего пользования. Требования к уровню зимнего содержания";
- "ГОСТ 31544-2012. Машины для городского коммунального хозяйства и содержания дорог. Специальные требования безопасности";
- "ГОСТ 33997-2016. Межгосударственный стандарт. Колесные транспортные средства. Требования к безопасности в эксплуатации и методы проверки";
- "ГОСТ Р 51780-2001. Машины уборочные. Общие технические условия";
- "ГОСТ Р 51680-2000. Машины уборочные. Методы испытаний";
- "ГОСТ 12.1.004-91. Системы стандартов безопасности труда. Общие требования к безопасности".

УКД 629.3

КАПУСТИН А.Г., МАКАРОВ В.С., МАРКОВНИНА А.И.

РАСЧЕТ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ КРОНШТЕЙНОВ РАЗДАТОЧНОЙ КОРОБКИ ПОД ДЕЙСТВИЕМ СЕМИКРАТНОЙ НАГРУЗКИ И ПРИ ТОРМОЖЕНИИ ПОЛНОПРИВОДНОГО СПОРТИВНОГО НАЗЕМНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В данной статье рассмотрены расчеты двух вариантов кронштейнов раздаточной коробки, разработанные специально под спортивную модификацию полноприводного спортивного грузовика, спроектированного научным коллективом НГТУ им Р.Е. Алексеева.

Чтобы проектируемые кронштейны стали долговечными, разработчиками было принято решение рассчитывать кронштейны при помощи виртуальных программ [1]. В таких условиях эксплуатации, при которых испытываются детали для спортивных автомобилей, подготовленных для участия в мировых раллийных чемпионатах: чемпионат России по дисциплине ралли рейд, ежегодное издание ралли марафона «SILKWAY», проходящие на территории нескольких государств. Протяженность гонки составляет около 5.5 тысяч километров [2]. В связи с протяженностью трассы и из-за участков с разными дорожными покрытиями перед инженерам ставится задача создавать долговечные узлы и агрегаты, которые на установленном автомобиле 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 районе3g [3]).

При проектировании спортивного грузовика необходимо провести расчет напряженно-деформированного состояния под действием семикратной нагрузки и торможении [4].

В статье рассматриваются анализ НДС для двух вариантов кронштейна раздаточной коробки при семи кратной вертикальной нагрузке и торможении [5]. Общие упругие характеристики сталей в модели: модуль упругости $E=2.1\cdot10^5$ МПа, коэффициент Пуассона $\nu=0.3$, плотность $\rho=7.85\cdot10^{-9}$ т/мм^3.

Выполнен расчёт НДС деталей подрамника раздаточной коробки при пяти- и семикратной вертикальной нагрузке и торможении в двух вариантах.

По результатам расчета установлено, что в конструкции подрамника варианта 1 пластические деформации при пяти кратной вертикальной нагрузке составляют 0.21%, при семи кратной вертикальной нагрузке составляют 0.48%. Пластические деформации превышают 0.2% (эквивалентные напряжения по Мизесу превышают условный пердел текучести $\sigma_{0.2}$).

В то время как в варианте 2 при семикратной вертикальной нагрузке пластические деформации составляют 0.06%.

При торможении в обоих вариантов пластические деформации не наблюдаются.

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. Ильин, А.Б. Концепция развития автоспорта в России. Реальный сектор // Мир новой экономики. М., 2019. №1. 21 с.

3. 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).

4. Каменев, С.В. Основы метода конечных элементов в инженерных приложениях / С.В. Каменев. – Оренбург: ОГУ, 2019. – 110 с.

5. Проходимость автомобиля / Н.А. Бухарин, Я.Б. Бронштейн, В.М. Буянов и др. – Воен. изд-во МО СССР, 1959. –с. 310

УДК 629.33

МАЗУНОВА А.П., МАЗУНОВА Л.Н., БЕЛЯКОВ В.В., БУШУЕВА М.Е.

ЗАВИСИМОСТЬ ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ПОДВИЖНОСТИ ОТ ДАВЛЕНИЯ, СОЗДАВАЕМОГО ДВИЖИТЕЛЕМ НА ГРУНТ

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

Создание метода для расчёта и улучшения интегрального показателя подвижности наземной транспортной техники, включая транспортно-технологические машины и комплексы, – это сложная задача, требующая как инженерных, так и математических решений. Вычисляемый показатель объединяет в себе как характеристики конструкции машин, так и их эксплуатационных свойств. Основа для подхода к оценке мобильности автотракторной техники заложена в работах профессора В.В. Белякова [1]. Разработанный на основе этого метод уже позволил рассчитать интегральные показатели мобильности для легковых автомобилей и

вездеходной техники [2-3]. В предыдущих работах авторов описана математическая модель, построенная на методах многокритериальной оценки качества, которая учитывает множество факторов, связанных как с конструктивными особенностями машин (например, тип двигателя, подвеска, проходимость), так и с условиями эксплуатации (например, тип грунта).

На основании изложенной методики были получены оценки подвижности ряда машин, проведен анализ изменения интегрального показателя подвижности колесных вездеходов в зависимости от величины давления, оказываемого движителем на опорную поверхность.

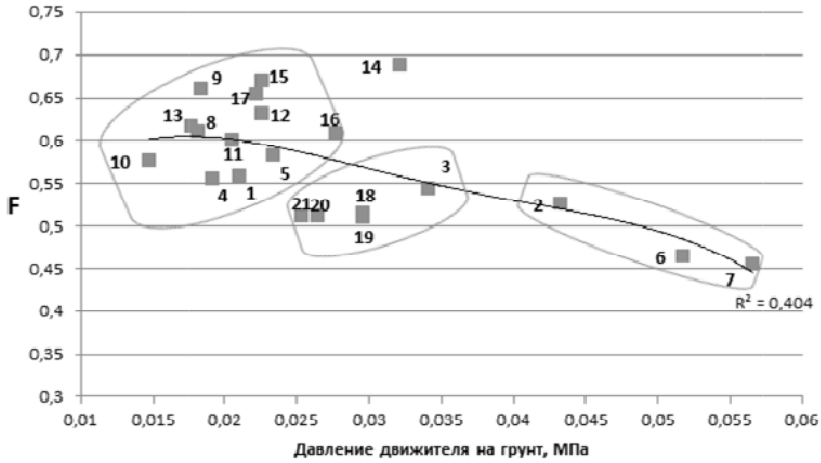


Рис. 1. Изменение интегрального показателя подвижности вездеходов при движении по твердой поверхности в зависимости от давления движителя на грунт

С точки зрения оценки подвижности ТТС на твердой поверхности посредством интегрального показателя рассматриваемую совокупность можно разделить на несколько групп. Таким образом, прослеживается тенденция снижения подвижности, обусловленная возрастанием давления движителя на грунт. Также нельзя не учитывать факт влияния на подвижность особенностей конструкции вездеходов.

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. 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.
3. 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., МАКАРОВ В.С., МАНЯНИН С.Е., БЕЛЯКОВ В.В.

ВЛИЯНИЕ ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ВОДИТЕЛЯ НА ХАРАКТЕР ДВИЖЕНИЯ ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е.Алексеева.

Управление транспортным средством – это сложный комплексный процесс, во время которого водитель, осуществляющий управление автомобилем и обеспечивающий его экс-

плуатационную надежность, является наиболее активным в системе ВАДС (водитель-автомобиль-дрога-среда) [1]. В целом модель деятельности при управлении автомобилем представлена на рис. 1.



Рис. 1. Модель деятельности при управлении автомобилем

Внутреннее состояние (стресс/усталость), здоровье, уровень подготовки, опытность водителя оказывают влияние на процессы получения информации об окружающей обстановке, переработке той информации, принятия решения, исполнения решения, контроля и корректировки действий. Эти процессы напрямую затрагивают ощущение, восприятие, память, воображение и мышление водителя.

Значительное влияние оказывают отдельные качества личности. Эмоциональнаянеустойчивость, излишняя впечатлительность, отсутствие самоконтроля, ощущение превосходства наддругими, агрессивность, склонность к рискумогут негативно влиять на общую дорожную обстановку. Также немаловажную роль играет профессиональный опыт, который позволяетиспользовать наиболее рациональные способы обеспечения безопасности дорожногодвижения, особенно в опасных ситуациях.

В процессе движения на внутреннее психофизиологическое состояние активно влияют внешние факторы: некомфортный режим движения, напряжение, неполнота и несвоевременность поступающей извне информации, монотонность или переизбыток событий на дороге.

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. Макаров, В.С., Капустин А.Г., Марковнина А.И. Влияние различных факторовна оценку водителем дорожной обстановки // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2024. № 4 (147)

УДК 629.023

ПОМЕЛОВ Ф. П., ПАПУНИН А.В., СТРЕЛЬНИКОВ В.М.

АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТИРОВКИ ГУСЕНИЧНОЙ ТЕХНИКИ НА КОРОТКИЕ РАССТОЯНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева.

Наблюдаемый в последние годы строительный бум обусловливает повышенный спрос на землеройные работы. Значительная часть этих работ выполняется с применением бульдо-

зеров и экскаваторов, являющихся ключевыми элементами парка строительной техники. При этом, преобладающим типом движителя для данного вида техники является гусеничный, обеспечивающий высокую проходимость и устойчивость на различных типах грунтов.

Несмотря на свои неоспоримые преимущества, гусеничный движитель обладает существенным недостатком – риском повреждения асфальтового покрытия при самостоятельном передвижении. Это ограничивает возможность ее оперативного перемещения по строительным площадкам и между близлежащими объектами. Традиционный способ транспортировки – использование низкорамных тралов (рис. 1). Данный вариант не всегда является экономически оправданным, особенно при перемещении техники на расстояния от 1 до 10 километров. Затраты на аренду трала, погрузочно-разгрузочные работы и оформление разрешительной документации делают этот способ нерентабельным для небольших перемещений, что приводит к простоям и увеличению сроков строительства.

Для решения проблемы транспортировки экскаваторной техники на короткие расстояния предлагаются следующие альтернативные варианты:

1. Использование резиновых чехлов на гусеницы. Чехлы позволяют исключить взаимодействие металлических элементов движители с усовершенствованным дорожным покрытием. В качестве усовершенствованного покрытия может быть: асфальт, полимерное покрытие и бетонные покрытия внутри строительного объекта. Данное решение позволяет значительно снизить давление на дорожное покрытие и предотвратить его разрушение.
2. Установка дополнительных колесных осей: временная конструктивнаямодернизация гусеничной техники путем добавления колесных модулей позволяет ей передвигаться по дорогам общего пользования без повреждения асфальта. Данное решение требует значительных инженерных усилий и сертификации, но в перспективе может стать эффективным для компаний, эксплуатирующих большое количество гусеничной техники на различных строительных площадках, расположенных в непосредственной близости друг от друга.

В условиях строительного бума и необходимости оптимизации логистических затрат, поиск альтернативных решений для транспортировки экскаваторной техники на короткие расстояния является актуальной задачей. Предложенные варианты – использование резиновых чехлов и установка дополнительных колесных осей – позволяют снизить риски повреждения усовершенствованного дорожного покрытия, минимизировать затраты на транспортировку и повысить эффективность строительных работ.



Рис. 1. Низкорамный трал

Библиографический список

1. Александров, А.В. Строительные машины и оборудование / А.В. Александров, В.Д. Коротких, В.И. Баранов. – М.: Высшая школа, 2008. – 480 с.
2. Федорова, Н.Н. Транспортные процессы в строительстве / Н.Н. Федорова. – М.: АСВ, 2010. – 288 с.
3. ГОСТ 22895-77. Машины землеройные. Общие технические условия.
4. Информационно-аналитические материалы о состоянии строительной отрасли в Российской Федерации.

Подсекция 4.5

Системы трубопроводного транспорта

УДК 534.1

ЗАБОТИН М.А., КАПИТАНОВ Д.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКОЙ ПОТЕРИ УСТОЙЧИВОСТИ ПРЯМЫХ ТРУБОПРОВОДОВ, ТРАНСПОРТИРУЮЩИХ ПОТОК ЖИДКОСТИ

Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

При проектировании трубопроводных систем, являющихся неотъемлемой частью различных механических конструкций и сооружений, встает вопрос, связанный с их устойчивостью. Крепления на граничных участках трубопровода позволяют избежать динамической потери устойчивости, сопровождающейся колебательными процессамис нарастающей амплитудой [1, 2]. Однако, при больших скоростях потока жидкости, транспортируемой трубопроводом, может произойти статическая потеря устойчивости, характеризующаяся сменой равновесных форм деформаций [3].

Рассматриваются малые плоские изгибные колебаниясжатого прямого трубопровода, лежащего на упругом основанииФусса–Винклера.Концы трубопровода имеют шарнирно–пружинное закрепление. Вдоль трубопровода с постоянной скоростью течет идеальная несжимаемая жидкость. При исследовании учитываются влияния вязкого внешнего трения, а также внутреннего трения трубопровода по гипотезе Кельвина–Фохта.

Исследование устойчивости системы проводится с помощью двухмодового и трехмодового приближений по методу Бубнова–Галеркина. Набор базисных функций представлен двумя способами. В первом варианте они имеют видфункций Крылова, являющихся решением задачи на проблему собственных значений для упрощенной механической системы в случае отсутствия сжимающей нагрузки, потока жидкости и потерь на трения. Во втором варианте они представлены функциями сравнения в полиномиальном виде, которые удовлетворяют краевым условиям задачи и условиям ортонормированности.

Результаты исследований, проведенные при различных параметрах системы, имеют хорошее качественное и количественное согласование и показывают, что потеря устойчивости имеет статический характер, и граница потери устойчивости не зависит от величин внешнего и внутреннего трений в системе. Отмечено, что величина жесткости упругого основания влияет на форму деформации, по которой происходит потеря устойчивости. Также были получены области устойчивости системы при одновременном учете влияния как скорости потока жидкости, так и величины сжимающей нагрузки.

Библиографический список

1. Болотин В.В. Неконсервативные задачи теории упругой устойчивости. – М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1961. – 339 с.
2. Пановко Я.Г., Губанова И.И. Устойчивость и колебания упругих систем: Современные концепции, парадоксы и ошибки. 4-е изд., перераб. – М.: Наука, главная редакция физико–математической литературы, 1987. – 352 с.
3. Вольмир А.С. Устойчивость деформируемых систем. Издание второе, переработанное и дополненное. – М.: Наука, главная редакция физико–математической литературы, 1967. – 984 с.

УДК 620.193.4

КАЛИНИНСКИЙ А.А

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТРАНСПОРТИРУЕМОЙ СРЕДЫ НА СКОРОСТЬ КОРРОЗИИ В ТРУБОПРОВОДАХ НЕПОДГОТОВЛЕННОГО ГАЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из наиболее серьезных причин, влияющих на эксплуатационные характеристики трубопроводов и непременно приводящих к выходу из строя всей цепочки транспортировки неподготовленного газа, является углекислотная коррозия [1].Гидродинамические силы, воспроизводимые потоком транспортируемой среды, являются одним из важнейших факторов, оказывающим влияние на механизм развития процессов углекислотной коррозии. Влияние гидродинамического фактора можно описать касательными напряжениями на внутреннюю стенку трубы (касательные напряжения на стенку – КНнС), возникающими в условиях потока.

Существующие подходы по исследованию скорости коррозии в условиях, приближенных к эксплуатационным, имеют множество вариантов конструкционного исполнения и способов создания динамики потока [2]. Распространенным вариантом установок является динамический автоклав за егоуниверсальность и возможность контролировать ключевые параметры среды, варьируя давление, температуру,минерализацию испытательного раствора и скорость потока.

Для исследования процессов углекислотной коррозии в динамических и статическихусловиях был проведен эксперимент с варьированием наиболее значимых факторов в виде минерализации воды (NaCl) в диапазоне от 10 до 250 г/л, парциального давленияCO_2 в диапазоне от 0,01 до 10,00 МПа, температуры среды от 20 до 90 °С и моделируемыми касательными напряжениями на образцах от 0 до 15 Па, с помощью регулирования скорости вращения мешалки.В процессе испытаний в автоклавах контролировались ключевые параметры среды: температура, давление, pH, концентрация растворенного CO_2 и содержание продуктов коррозии. Время проведения каждого испытания составляло 240 часов.

Анализ полученных результатов показывает значительное увеличение скорости коррозии в случае воспроизведения гидродинамических условий для каждой постановки среды. Так, для образцов из стали 20ХМ, рассматриваемых в более агрессивной среде с температурой 90°С, минерализацией 250 г/л и парциальным давлением 10 МПа в статическом автоклаве скорость составляет 0,37 мм/год, а в случае моделирования воздействия потока с высоким уровнем значения КНнС в 15 Па эта скорость возрастает в 1,6 раза и составляет 0,548 мм/год.

При моделировании в более агрессивных условиях за счет факторов температуры, минерализации и парциального давления при сохранении величины касательных напряжений на образцах, наблюдаются более высокие результаты скорости коррозии. Значения скорости коррозии для стали 12Г2С с уровнем КНнС 2 Па увеличиваются с 0,360 мм/год до 0,557 мм/год, а для 15 Па – с 0,485 мм/год до 0,673 мм/год. Аналогичные изменения в скорости коррозии выявлены и при сравнении результатов постановок статических испытаний.

Таким образом,однозначно показан вклад гидродинамического фактора на скорость коррозии – в динамическихиспытаниях значение скорости коррозии на образцах увеличивается с повышением скорости потока при неизменных остальных параметрах среды.

Библиографический список

1. Запевалов, Д. Н. Оценка фактора внутренней коррозии объектов добычи ПАО "Газпром" с повышенным содержанием углекислого газа / Д. Н. Запевалов, Р. К. Вагапов, К. А. Ибатуллин // Наука и техника в газовой промышленности. – 2018. – № 3(75). – С. 59-71. – EDN MHCWEH.

2. Haider, G.; Arabnejad, H.; Shirazi, S.A.; Mclaury, B.S. A mechanistic model for stochastic rebound of solid particles with application to erosion predictions. Wear 2017, 376–377, 615–624.

УДК 624

СОЛОВЬЕВА А.А.

ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОТЯГИВАНИЯ ПОЛИЭТИЛЕНОВЫХ ПРОФИЛЬНЫХ ТРУБ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение бестраншейных методов ремонта и реконструкции трубопроводов весьма перспективное направление, которое позволяет снизить капитальные вложения до 60% при сравнении с наиболее широко используемыми в настоящее время технологиями ремонта. Главным преимуществом является сокращения множества операций при проектировании, согласовании и производстве ремонтных работ.

Суть технологии ремонта заключается в протаскивании нового полиэтиленового трубопровода внутри существующего стального. ПЭТ предварительно соединяются в единую трубную плеть и протягиваются внутрь существующего с помощью специальных механизмов. Старый трубопровод при этом может служить кожухом, защищающим полиэтиленовую трубу от внешнего разрушающего воздействия [1][2].

Главным преимуществом использования профилированных ПЭТ является меньшее усилие тяжения, так как из-за геометрических особенностей данных труб уменьшается трение о стенки внутренней полости существующего трубопровода.

По завершению протяжки профильная полиэтиленовая труба подвергается расширению, посредством подачи горячего пара под давлением, и этим обеспечивается плотное прилегание к стенкам санируемой трубы.

Протяжка профилированной ПЭТ в полость коллектора производится при постоянной скорости, которая не превышает 2 м/мин, с постоянным контролем тягового усилия. Затем, для восстановления первоначальной формы, в полость трубопровода подаётся паровоздушная смесь под давлением 0,15-0,35 МПа и температурой 110 ºС. Время процедуры восстановления круглой формы зависит от протяженности участка и диаметра. А затем участок охлаждается, подачей атмосферного воздуха до 30 ºС. После завершения всех операций производится осушка полости трубопровода путем пропуска поролонового поршня.

Из-за сложностей соединения деформируемых ПЭТ большого диаметра, на практике чаще всего используют трубы диаметром до 400 мм.Известен припер применения профильных ПЭТ ПЭ-80 (SDR 50) диаметром 950 мм для ремонта стального трубопровода длиной 2,5 км. Чтобы это осуществить, деформация проводилась в заводских условиях. Для исключения преждевременного возвращения круглой формы, трубы были обтянуты хомутами из особой ленты.

По окончанию процесса протягивания трубной плети, хомуты разрезались и начинался процесс постепенного восстановления прежней (круглой) формы.Успешное применения данного метода на трубопроводах большого диаметра показало перспективность применения этого способа ремонта на практике [3].

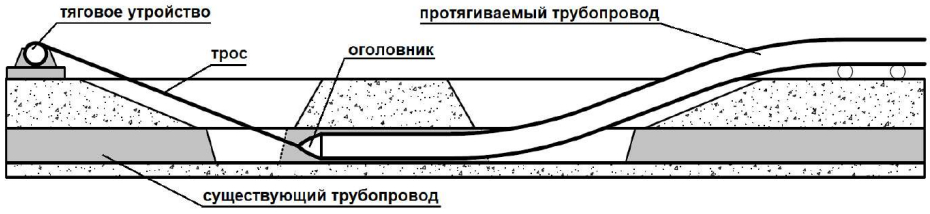


Рис. 1. Схема протяжки ПЭТ в существующий трубопровод

Библиографический список

1. Орлов, В.А. / Технологии бестраншейной прокладки и ремонта трубопроводов// М.: МГСУ, 2012. – 210 с.
2. Храменков, С.В., Примин О.Г., Орлов В.А. / Бестраншейные методы восстановления трубопроводов // М.: Прима-Пресс-М, 2003. – 285 с.
3. Бердышев, В. В. Совершенствование бестраншейных методов ремонта. Тез. докл. науч. — прак. конф. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2001. - С. 93.

УДК 624

СОЛОВЬЕВА А.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СТРОИТЕЛЬСТВО ТРУБОПРОВОДОВ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕМЕРЗЛЫХ ГРУНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время развитие нефтегазового комплекса России связано с интенсивным освоением месторождений нефти и газа, расположенных в удаленных от потребителей на тысячи километров восточных и северных районах, характеризующихся сложными климатическими и геокриологическими условиями, в том числе – распространением многолетнемерзлых грунтов (ММГ). Строительство трубопроводов в таких условиях сопряжено с рядом технических и экологических вызовов, включая: деформации грунта из-за термокарстовых процессов, неравномерную осадку при оттаивании и повышенные нагрузки на конструкцию.

Для минимизации этих рисков требуется применение специализированных технологий проектирования и строительства [1].

К особенностям проектирования трубопроводов в условиях ММГ можно отнести следующее:

1. Инженерно-геологические изыскания. Перед проектированием проводятся детальные исследования по определению глубины и мощности мерзлого слоя, анализ температурного режима грунтов, а также прогноз изменения мерзлотных условий при эксплуатации.

2. При выборе трассы и прокладке трубопровода учитывают минимизацию пересечений с термочувствительными участками (например, болота, озера), обходят зоны с повышенной льдистостью, а также соблюдают минимально допустимые расстояния от других инфраструктурных объектов.

3. Теплотехнические расчеты являются важнейшей составляющей, так как трубопровод в ММГ должен минимизировать тепловое воздействие на грунт. Для этого применяют: теплоизоляционные материалы (пенополиуретан, вспененный полиэтилен), системы охлаждения (термосваи, вентилируемые подпространства), приподнятую прокладку для уменьшения контакта с грунтом.

4. Важно учесть и рассмотреть следующие конструктивные решения. Надземная прокладка поможет снизить тепловое воздействие, но требует защиты от ветровых нагрузок. Классическая подземная прокладка применима с использованием термостабилизирующих устройств (например, при охлаждении труб). Или возможен вариант с комбинированными методами, где будет сочетаться заглубление и надземные участки [2].

С точки зрения технологии строительства учитывают следующие аспекты:

1. Подготовка основания. Мероприятия по сохранению мерзлого состояние грунта (использование сезонных охлаждающих устройств), искусственное замораживание для необходимой стабилизации грунта, а также может быть произведена замена грунта на непучинистые или слабопучинистые.

2. Контроль деформации может быть осуществлен геотехническим мониторингом или же регулировкой теплового режима [2].

Проектирование и строительство трубопроводов в условиях ММГ является сложной инженерной задачей, требующей комплексного подхода. Современные технологии позволяют минимизировать риски, обеспечивая надежность и долговечность трубопроводных систем в суровых северных условиях. Дальнейшее развитие криогенных технологий и мониторинговых систем будет способствовать повышению эффективности таких проектов.

Библиографический список

1. Велли, Ю. Я. Справочник по строительству на вечномерзлых грунтах. Под ред. Ю. Я. Велли, В. И. Докучаева, Н. Ф. Федорова Л., Стройиздат, Ленингр. отд-ние, 1977, 552 с.
2. Механика мерзлых грунтов и принципы строительства нефтегазовых объектов в условиях Севера: Учебник / Под ред. Н.Н. Карнаухова - М: Изд.ЦентрЛитНефтеГаз, 2008, 432 с.

УДК 621.644

ТЮРИН Д.Ю.

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ В РЕМОНТЕ НЕФТЕГАЗОВЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Износ и повреждения магистральных трубопроводов представляют собой одну из наиболее актуальных проблем в обеспечении надёжной транспортировки нефти и газа. Традиционные методы ремонта требуют остановки потока, значительных затрат и привлечения тяжёлой техники.

В последние годы всё большее распространение получают композитные материалы, которые позволяют осуществлять ремонт трубопроводов без отключения, в том числе в труднодоступных условиях.

Композиты – это многослойные материалы, состоящие из армирующего наполнителя (стекловолокно, углеволокно,кевлар)и связующего элемента (эпоксидные, полиуретановые смолы). Они обладают высокой прочностью при малом весе, стойкостью к коррозии и химическим воздействиям. Благодаря этим свойствам композиты применяются для ремонта труб различного диаметра.

Наиболее распространенные методы ремонта включают намотку композитной ленты вокруг дефектного участка трубы с нанесением связующего состава. Также в ремонте применяются готовые изделия в виде композитных мутф. Среди наиболее известных технологий — ClockSpring (США), WrapMaster (Россия), IntegriWrap (Великобритания). Подготовка поверхности трубы перед нанесением играет ключевую роль в обеспечении долговечности ремонта. Пример отремонтированных участков с использованием композитного материала показаны на рис. 1.

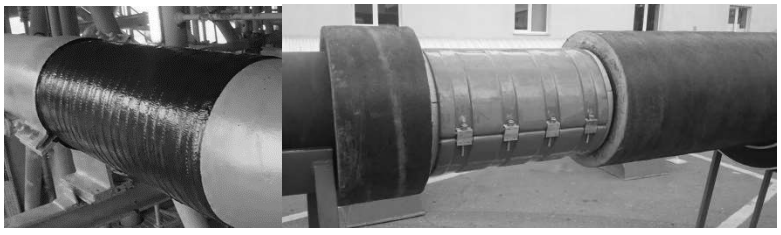


Рис.1. Примеры отремонтированных участков с использованием композитной ленты и композитной муфты

Технологии композитного ремонта активно применяются в России и за рубежом. Компании «Транснефть», «Газпром» и другие эксплуатируют трубопроводы, на которых подобные материалы позволяют избежать длительных остановок. Средний срок службы ремонта составляет от 5 до 20 лет в зависимости от условий эксплуатации. Использование композитов доказало свою эффективность на подводных участках, в вечной мерзлоте, а также в охранных зонах, где невозможен традиционный сварочный ремонт

Библиографический список

1. Мельников, В.П. Трубопроводы: устройство, эксплуатация, ремонт. — М.: Недра, 2020.
2. А.М. Клочков, Е.С. Анисимов. Оценка прочности труб при композитном ремонте // Вестник МГТУ им. Баумана. — 2022.
3. ГОСТ Р 55260.1.1–2013. Безопасность трубопроводного транспорта. Общие положения.

СЕКЦИЯ 5

МОРСКАЯ, АВИАЦИОННАЯ ТЕХНИКА И КОРАБЛЕСТРОЕНИЕ

Подсекция 5.1

Кораблестроение и авиационная техника

УДК 629.127

БАХТИЯРОВ А.В.

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ПОГРУЖНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО КОМПЛЕКСА ДЛЯ НАУЧНО-ЭКСПЕДИЦИОННОГО СУДНА

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.

Работа посвящена обоснованию и выбору глубоководного аппарата и средств базирования для научно-экспедиционного судна дедвейтом 7000 т. класса РС КМ Arc7 AUT2 Helideck-H Specialpurposeship. Назначение судна: доставка грузов и замена персонала антарктических станций, проведение научно-исследовательских работ и изучение природных процессов м 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 спускаемыми глубоководными аппаратами [1]:

- автономный обитаемый аппарат «Консул» пр. 16811 [2];
- комплекс «Витязь-Д»[3].

Был проведен анализ существующих типов спускоподъемных устройств и компоновочных схем. Среди таких наиболее распространенны бортовые и кормовые схемы расположения, с размещением аппарата на палубе, и крановым подъемным устройством. Также существуют варианты компоновки с погружаемыми гаражами, погружаемыми стыковочными модулями, самой сложной и дорогой считается компоновка с внутрикорпусной шахтой. Наиболее отвечающим требованиям эксплуатации во льдах, признано шахтное устройство. Составлена принципиальная схема шахтного устройства с транспортной кран-балкой и днищевым закрытием поворотного типа. Привод днищевого закрытия, электромеханический, с приводным мотором, червячной передачей и тяговой рейкой. Определены габариты шахты, уточнены конструкция корпуса и общее расположение судна.

Проведен анализ негативного влияния открытия шахты на непотопляемость, остойчивость и крен судна. Предложены меры по нивелированию этого влияния, посредством автоматизированного управления балластными танками. В случае открытия днищевого закрытия

и наполнения шахты водой, система определит, какой объём балласта и из каких танков следует откачать, или наоборот залить, чтобы вернуть судно в исходное положение.

В заключительной части составлена блок-схема алгоритма перехода погружного комплекса из походного положения в рабочее, и обратно.

Библиографический список

1. Бахтияров, А.В. Обоснование и выбор спускаемого глубоководного аппарата для базирования на научно-экспедиционном судне//Будущее технической науки 2024, 2024.-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).

УДК 656.62

ВАЛЯЕВ А.В., ЛУКИНА Е.А., ФЕДОСЕНКО Ю.С.

ОБ АЛГОРИТМЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОРОГОВЫХ ЗНАЧЕНИЙ ХАРАКТЕРИСТИК ПОПЕРЕЧНОЙ ОСТОЙЧИВОСТИ РЕЧНОГО ПАССАЖИРСКОГО ВОДОИЗМЕЩАЮЩЕГО СУДНА

Волжский государственный университет водного транспорта

Потеря поперечной остойчивости речного водоизмещающего пассажирского судна представляет серьезную угрозу, способную привести к его опрокидыванию и, соответственно, к человеческим жертвам [1]. Для предотвращения таких аварий разработана опытная система поддержки принятия решений капитаном при угрозе потери судном поперечной остойчивости (СППРК), которая в реальном времени предоставляет информацию о состоянии судна. Ключевым элементом СППРК является алгоритм определения пороговых значений характеристик поперечной остойчивости, позволяющий своевременно выявлять критические моменты.

Алгоритм основан на анализе диаграммы статической остойчивости (ДСО), которая отражает зависимость плеча остойчивости от угла крена. В процессе выполнения алгоритм идентифицирует две ключевые точки [2]: точку "А", являющуюся началом снижения интенсивности прироста плеча остойчивости, и точку "В", соответствующую максимуму ДСО, за которым судно теряет остойчивость.

Реализация алгоритма включает непрерывное обновление ДСО на основе данных от бортовых датчиков, фиксирующих текущую загрузку судна. Далее на основе анализа ДСО в реальном времени рассчитываются и строятся функции $\alpha(t)$ и $\beta(t)$, именуемые функциями интенсивности изменения первого и второго пороговых значений характеристик поперечной остойчивости судна [3], отображаемые в экранном интерфейсе СППРК. Такой функционал предоставляет капитану судна возможность оперативно оценивать уровень риска и принимать решения о возможных мерах обеспечения безопасности пассажиров и экипажа.

Эффективность алгоритма подтверждена числовыми экспериментами на цифровых моделях судов различных проектов, в том числе: 26-37, 588, 305, 780, 623, 1730, 1630, 632/252, PV300. Моделирование показало, что точка пересечения графика изменения угла крена с графиком функции $\alpha(t)$ определяет момент начала «быстрого» увеличения крена, а точка пересечения этого графика с графиком функции $\beta(t)$ – определяет момент опрокидывания судна.

Реализация разработанного алгоритма способствует повышению безопасности плавания, минимизируя потенциально отрицательного влияние человеческого фактора.

Библиографический список

1.Анализ и состояние аварийности / Госморречнадзор – URL: rostransnadzor.gov.ru/rostransnadzor/podrazdeleniya/sea/deyatelnost-podrazdeleniya/80 (дата обращения: 07.04.2025).

2.Model and algorithms for a decision support system on the application of rescue intends in case of a beyond design-basis rapid accident of a river passenger vessel / A.V.Valyaev, E.A. Lukina, Y.S. Fedosenko // Journal of Physics: Conference Series 2131 (2021) 032032.

3.Бурмистров, Е.Г. Модельно-алгоритмическое обеспечение автоматизированной системы поддержки принятия решений при угрозе потери поперечной остойчивости речного пассажирского судна / Бурмистров Е.Г., Валяев А.В., Лукина Е.А., Федосенко Ю.С. // Морские интеллектуальные технологии. – 2024. – No 4-2(66). – с. 70-78.

УДК 629.324

ВАРЮХИН В.А.,

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ТИПА ДРК ДЛЯ СУДНА ПРОЕКТА РКО « Р 1.2 (ЛЕД 20)»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из основных факторов стабильного социально-экономического развития города, региона и страны в целом является эффективная работа внутренней транспортной системы. Предопределяющей функцией городских и местных пассажирских перевозок является связь между основными элементами города (а также пригородной части), обеспечение бесперебойной перевозки населения при условии экономии времени и энергосбережения, необходимых для передвижения. Сфера городского пассажирского транспорта в условиях социально экономического роста крупных городов продолжает активно меняться. Глобальное увеличение наземных средств передвижения при отсутствии четко спланированной единой инфраструктуры неизбежно приводит к снижению пропускной способности городской транспортной сети, а также ухудшению экологических факторов. В условиях повышения технологической, социально экономической и культурной функций городского транспортного комплекса развитие водных путей сообщения позволит более эффективно распределять транспортные потоки [3].

Было спроектировано речное прогулочное судно класса РКО «✠ Р 1.2 (лед 20)», предназначенное для прогулочных перевозок на внутригородских и пригородных линиях города Москвы. Так же было замечено что, эффективность пассажирского судна повышается при круглогодичной навигации. На начальных этапах проекта были рассмотрены три основных типа движителя.

В качестве главных двигателей были рассмотрены следующие варианты: обычные дизельный двигатель и электродвигатель, питаемый от аккумуляторной батареи. В качестве двигательно-рулевого комплекса рассматривались следующие типы: гребной винт, винторулевая колонка и водометный движитель.

Гребной винт к его недостаткам можно отнести то, что он не может в полной мере реализовать всю мощность судового двигателя. Причиной этого является ограничение по осадке самого судна, а как следствие – ограничение по диаметру его гребного винта, т.е. площади его гидравлического сечения. В большинстве случаев компоновку движительно-рулевого комплекса выполняют таким образом, чтобы края лопастей гребного винта не выступали за габариты самого судна и находились на определенном расстоянии (имели необходимый зазор) по отношению к корпусу

Поворотная винто-рулевая колонка представляет собой вращающуюся стойку с гондолой, с размещенной на ней гребным винтом в направляющей насадке, которая закрепляется за пределами корпуса судна и может вращаться вокруг вертикальной оси на 360° с помощью шарнирного механизма. Это позволяет получить лучшую маневренность судна как по курсу, так и по скорости в сравнении с обычными гребными винтами. Из недостатков следует отметить высокую стоимость и технологическую сложность такой установки. Осадка судна в этом случае остается такой же, как и с традиционными гребными винтами

При проектировании водометных комплексов часто возникают следующие проблемы: появление кавитации и аэрации движителя. Кавитация и аэрация – два фактора, которые в различной степени влияют на эффективность водометных движителей, но имеют совершенно разную природу.

В результате выполненного анализа и сравнения типов движителей для проектируемого судна были выбраны следующий комплекс: гребной винт в сочетании с электродвижением с питанием от аккумуляторной батареи. Такой выбор обоснован развитием рынка солнечных батарей и техническим прогрессом в производстве аккумуляторов, способствуют реализации смелых инновационных проектов.

Библиографический список

1. Купальцева, Е.В. Оптимизация элементов и характеристик пассажирских судов для внутригородских и пригородных линий 2018 год
2. Купальцева, Е.В. Анализ проектных характеристик главных элементов пассажирских судов для внутригородских и пригородных линий. // Вестник Государственного университета морского и речного флота им. адмирала С. О. Макарова. 2015.–№ 2 (30).– с. 119-129
3. Орехво, В.А. Перспективы применения винто-рулевых колонок на судах морского и речного флота / В.А Орехво, А.С. Лугин // Труды конгресса «Великие реки». 2017. № 6. С. 1-2.
4. Правила классификации и постройки морских судов. СПб.: Российское классификационное общество, 2023.

УДК 629.123

ВАСИЛЬЕВ К.С., СНЯТКОВ А.А., КУРГАНСКАЯ И.Е., МАРЧЕНКО В.Д.

ОПТИМИЗАЦИЯ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ТРАУЛЕРА-ПРОЦЕССОРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Создание современного флота всегда относилось к приоритетным направлениям развития страны. В условиях рыночной экономики строительство эффективного, с точки зрения экономических и эксплуатационных показателей, промыслового флота требует обоснованного принятия решений по основным проектным характеристикам уже на ранних стадиях проектирования. Внедрение новых технологий и современного программного обеспечения позволяет значительно расширить перечень исследуемых элементов и характеристик судов и улучшить те или иные его качества за счет оптимизационных расчетов [1].

В настоящее время средние рыболовные суда составляют основную группу добывающего флота России и наиболее востребованы рыбопромышленными компаниями. Вместе с тем, рыбопромышленные компании несут существенные расходы при их эксплуатации, поскольку многие средние рыболовные суда морально и физически устарели, имеют низкие технико-экономические показатели и соответственно не отвечает современным требованиям рыночной экономики [2].

Спроектирован траулер-процессор на класс КМ Ice3 (hull) [1] AUT1 (REF) Fishingvessel, предназначенный для тралового лова и переработки рыбы в мороженую продукцию в промысловых районах Баренцева, Белого, Гренландского и Норвежского морей. На начальных этапах проекта были выбраны оптимальные основные характеристики судна методом вариаций.

Выбор заключался в параллельной разработке нескольких вариантов проекта с последующим исключением неоптимальных вариантов в соответствии с критериями оптимизации [3]. Целью оптимизации являлось определение оптимального объёма морозильного трюма, соответствующему минимуму эксплуатационных и, соответственно, приведённых затрат траулера (функция цели). Критериями оптимизации являлись: уравнения плавучести, масс и ходкости: Функциональные ограничения включали в себя: соотношение между силами веса и силами поддержания по закону Архимеда; соотношения главных размерений по Правилам Российского Классификационного Общества (РКО) [4]; минимальные значения поперечной метацентрической высоты и др. Для всех вариантов судов определялись основные характеристики и выполнялся технико-экономический расчет. По полученным данным строился график, в результате обработки которого, определялись оптимальные характеристики – объём трюма – и, соответственно, оптимальный вариант судна. На рисунке 1представлен боковой вид траулера, а зависимость приведённых затрат от объема морозильного трюма показана на рисунке 2.

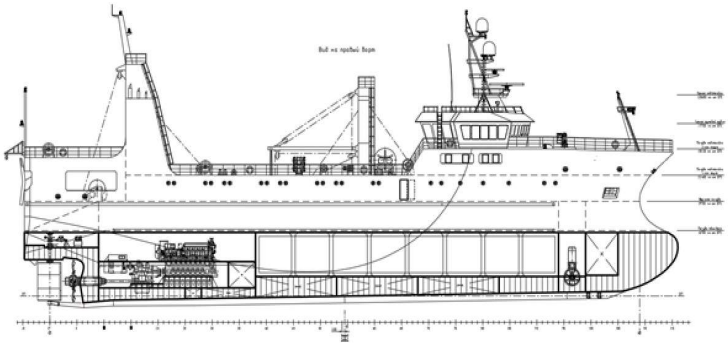


Рис. 1. Боковой вид траулера-процессора

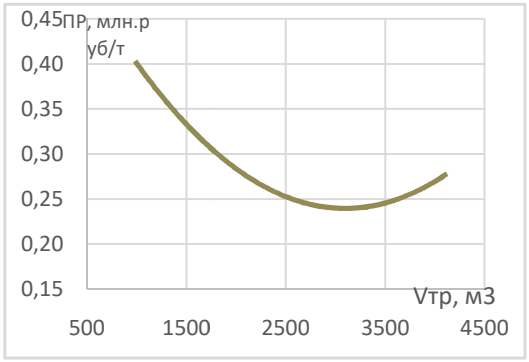


Рис. 2. Зависимость приведённыхзатрат от объема морозильного трюма

В результате были получены следующие оптимальные, с точки зрения минимума приведенных затрат, основные характеристики траулера: *D=4402* т, *L=69,31* м, *B=13,88* м, *T=6,54* м, *H=9,73* м. При этом величина оптимального объёма трюма составила около 2000 м^3, однако для траулеров-процессоров данного типа можно рекомендовать диапазон оптимальных значений объёма трюма – от 2000 м^3 до 4000 м^3 – поскольку значения приведенных затрат на единицу рыбопродукции в этих пределах изменяются незначительно.

В данной работе в процессе оптимизации основных характеристик траулера-процессора методом вариаций были разработаны варианты судов с различной грузовместимостью трюмов и в результате определены оптимальные значения основных характеристик данного траулера.

Выбранные оптимальные основные характеристики судна удовлетворяют требованиям Правил РКО [4] и соответствуют минимуму приведённых затрат и, следовательно, позволяют получить наибольший экономический эффект и повысить конкурентоспособность проекта.

Библиографический список

1. Дятченко, С. В., Лыонг Хунг Нгок. Определение основных элементов и характеристик средний рыболовных траулеров на начальных этапах проектирования / С. В. Дятченко, ЛыонгХунгНгок // ISSN 2073-1574. Вестник АГТУ. Сер.: Морская техника и технология. 2009. №1. С. 38 – 43.

2. Дятченко, С. В., Шишило Е. О. Определение основных элементов средних рыболовных судов для исключительных экономических зон / С. В. Дятченко, Е. О. Шишило // Научный журнал «Известия КГТУ», №48, 2018 г.
3. Раков, А.И. Оптимизация основных характеристик и элементов промысловых судов / А.И. Раков. – Л.: Судостроение, 1978, с. 232.
4. Правила классификации и постройки морских судов. СПб.: Российское классификационное общество, 2023.

УДК 629.122

ГЛАДЫШЕВ Н.С., МОРОЗОВ В.П., РУМЯНЦЕВ Н.Е.

ОЦЕНКА РЕСУРСА ПНЕВМОБАЛЛОННОГО ОГРАЖДЕНИЯ ШАССИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пневмобаллонное ограждение шасси на воздушной подушке (ШВП) используется на ряде летательных аппаратов. Ресурс ШВП в основном определяется ресурсом покрышек пневмобаллонов, играющих роль боковых элементов гибкого ограждения ШВП.

Искомым параметром износа будет толщина снятого трением материала оболочки $\Delta h_{\text{изн}}$. Для дальнейшего исследования процессов износа введём, опираясь на работы [1, 2], ряд понятий: коэффициент интенсивности износа I_w и коэффициент линейного износа I_L.

Коэффициент интенсивности износа I_w в г/кГкм , представляет собой потерю массы материала в граммах на 1 км пути при 1 кг нагрузки в кГ на оболочку:

$$I_w = \frac{\Delta m_{\text{изн}}}{G L_{\text{ск}}}, \quad (1)$$

где $\Delta m_{\text{изн}}$-уменьшение массы при испытаниях образца в граммах; G-суммарная нагрузка на образцы в кГ; $L_{\text{ск}}$-путь скольжения образца в км.

Параметр I_w связан с линейной интенсивностью износа

$$I_L = \frac{\Delta h_{\text{изн}}}{L_{\text{ск}}}, \quad (2)$$

следующим образом

$$I_L = \frac{P_{\text{уд}}}{\rho_{\text{М}}} I_w, \quad (3)$$

где $\rho_{\text{М}}$-плотность материала подошвы в г/см^3; $\Delta h_{\text{изн}}$-толщина снятого слоя в см, $P_{\text{уд}}$ - удельная нагрузка на оболочку в кГ/см^2 .

В результате потерю материала подошвы в см мы можем определить по формуле

$$\Delta h_{\text{изн}} = \frac{P_{\text{уд}}}{\rho_{\text{М}}} I_w L_{\text{ск}}. \quad (4)$$

Библиографический список

1. Техническая справка о результатах работы, выполненной на этапе 6 темы 48906-ПЦ. Работа проводиться по договору №32/1с-88 от 2.01.89 г. с Научно-производственным объединением Центрального конструкторского бюро по судам на подводных крыльях. В.Б. Крамер. С.А. Смирнов, А.М. Овчинников, Н.И. Седов. 1990 г., 12 с.
2. Техническая справка о результатах работы, выполненной на этапе 4 темы 48906-ПЦ. Работа проводится по договору №32/1с-88 от 2.01.89 г. с Научно-производственным объединением Центрального конструкторского бюро по судам на подводных крыльях. В.Б. Крамер. С.А. Смирнов, А.М. Овчинников, Н.И. Седов. 1990 г. 21с.

УДК 629.124

ДУБРОВЧЕНКО В. Н., МАРЧЕНКО В.Д., КУРГАНСКАЯ И.Е., ВАСИЛЬЕВ К.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МОДЕЛЕЙ ЛЕДЯНОГО ПОКРОВА ПРИ РАЗРУШЕНИИ ЕГО ПОД НАГРУЗКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время, в виду перспективности развития арктического региона, идет активное развитие арктического флота. Для проектирования таких судов необходимо проводить исследования их фактической ледопроходимости на этапе моделирования, чтобы получить необходимые характеристики, затратив как можно меньше средств. Для этого применяются опытовые ледовые бассейны. При моделировании в композитном льду для пересчета с модели на натуру показал свою эффективность способ, предложенный в [2]. В выражении для пересчета на натуру используется силовые и энергетические факторы, полученные из опытов по прокладыванию канала в естественном льду, а во время модельных испытаний ФМС льда измеряются с помощью опыта по центральному пролому ледяной пластины. Актуальной задачей является нахождение соотношений между опытами разного типа в модельном и натурном льду и выявление лучшей модели для описания ФМС льда.

Был проведен анализ данных по натурному льду толщиной 30 мм - его характеристики были использованы в качестве целевых значений. Были также проанализированы данные экспериментов в композитном льду с изменением диаметров шариков и количества слоев.

В результате анализа исходных данных получены графики относительных характеристик, которые представляют собой отношение аппроксимационных зависимостей опытов по центральному пролому к опытам по прокладыванию каналов, как в естественном (натурном) льду, так и в композитном (модельном льду).

В результате получено: лед с однослойной укладкой шаров вне зависимости от диаметра имеют схожую величину максимального прогиба и несколько большую величину критического прогиба. При этом величина максимальной силы и работ не имеют явной зависимости.В случае со льдом с шариками 10 мм двухслойный лед имеет более близкие характеристики к натурному льду толщиной 30 см, чем однослойный. Для композитного льда с шариками 3 мм наблюдается некоторая корреляция параметров во всех случаях, с учетом, что однослойный лед несколько выбивается в меньшую сторону.

Библиографический список

1. Ионов, Б.П., Е. М. Грамузов Ледовая ходкость судов. – СПб.: Судостроение, 2001. – 512 с., ил.
2. Двойченко, Ю.А., Зуев В.А. Себин А.С. К вопросу о моделировании ледяного покрова с использованием композитной модели льда. Труды Крыловского государственного научного центра. 2019; Специальный выпуск 2: 59–62.

УДК 629.124

ЕВДАКОВА С.Е., МОРОЗОВ В.П.

ГРУЗОВЫЕ ПЛАТФОРМЫ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ: АМФИБИЙНЫЙ ТРАНСПОРТ ДЛЯ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Северный морской путь (СМП) – судоходный маршрут в Российской Арктике, кратчайший морской путь между европейской частью России и Дальним Востоком. В настоящее время, в процессе эксплуатации транспортных судов в северных широтах, возникает ряд во-

просов, связанных с обеспечением загрузки и выгрузки судов. В качестве одного из вариантов решения возможных вопросов, предлагается освоение и эксплуатация грузовых платформ на воздушной подушке (ГПВП).

ГПВП представляют специализированные устройства, предназначенные для перемещения тяжелых грузов по различным поверхностям: вода, лед, снег, грунт. В отличие от традиционных методов транспортировки, ГПВП используют для перемещения груза принцип воздушной подушки. Это позволяет им зависать над поверхностью, снижая трение и обеспечивая высокую маневренность.

Возможность круглогодичной эксплуатации является важным преимуществом судов на воздушной подушке. В России суда данной разновидности имеют значительный рыночный потенциал. С экономической точки зрения проект ГПВП, показанный на рис.1, имеет следующие преимущества:

- амфибийность, обеспечивающая круглогодичную эксплуатацию;
- достаточно большая грузоподъёмность (от 160 до 180 тонн) и скорость до 70 км/час, обеспечивающая высокую производительность ГПВП;
- не зависимость от портовой инфраструктуры, повышающая эксплуатационное преимущество;
- не зависимость от глубины фарватера и возможность сокращения маршрута по смешанным водно-грунтовым маршрутам;
- способность принимать груз с судна на плаву и доставка его на береговые грунтовые или снежные площадки, в т.ч. в устье рек с малой глубиной фарватера;
- многофункциональное использование платформы для различных специальных задач (спасательных и противопожарных операций, в интересах береговой охраны, в качестве мобильного энергоблока или топливозаправщика, и пр.).

Перспективное применение грузовых платформ на воздушной подушке в северных широтах, в частности на Северном морском пути, очевидно и оправдано благодаря высоким технико-эксплуатационным характеристикам и может успешно дополнять обычные или ледовые водоизмещающие суда в общей задаче транспортной логистики Севера.

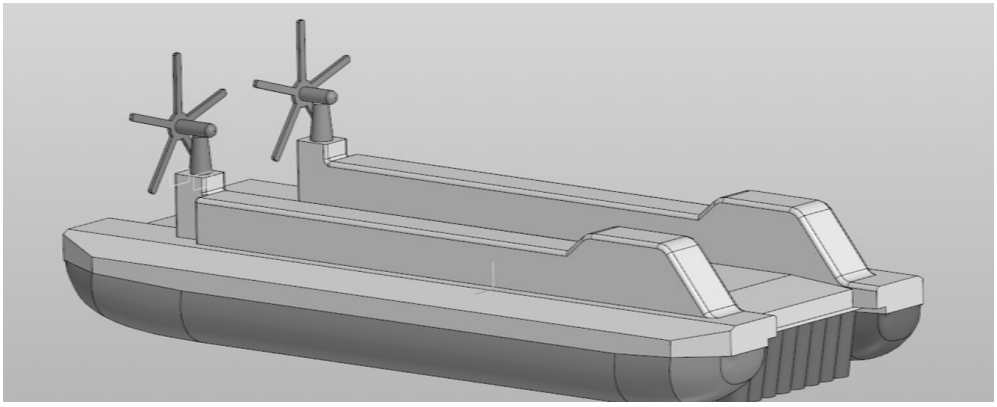


Рис.1. Проект грузовой самоходной платформы на воздушной подушке

Библиографический список

1. Пиль Э.А. Анализ северного завоза и варианты его реализации // Цифровая наука – 2021 г. №3. с. 42-58.

2. Злобин Г.П., Симонов Ю.А. Суда на воздушной подушке. Ленинград, «Судостроение», 1971 г., с. 212.

УДК 629.525.3

ЕРШОВ И.А., МАШТАКОВА Е.В.

ХОДКОСТЬ ПАРУСНЫХ ЯХТ С КРЕНОМ ПРИ МАЛЫХ СКОРОСТЯХ

Нижегородский государственный технический университет им Р. Е. Алексеева,
Нижегородская федерация парусного спорта

Парус представляет собой оптимальную энергетическую установку для преобразования энергии ветра в движущую силу судна. Парусная установка отличается высочайшим КПД, простотой конструкции и абсолютной экологической чистотой за счёт использования возобновляемого источника энергии. Большое количество парусников осуществляют круизные путешествия и принимают участие в регатах на международном уровне. Следовательно, изучение мореходных качеств парусных лодок остается важной и сегодня.

Для изучения влияния угла крена на водоизмещение и гидродинамическое сопротивление, эксперименты проводились на парусной лодке «Светлояр», относящейся к категории четвертьтонников, созданных в Таллине. Эта яхта регулярно участвовала в соревнованиях по парусному спорту имени Р.Е. Алексеева, завоевывая призовые места на первенствах в Нижегородской области.

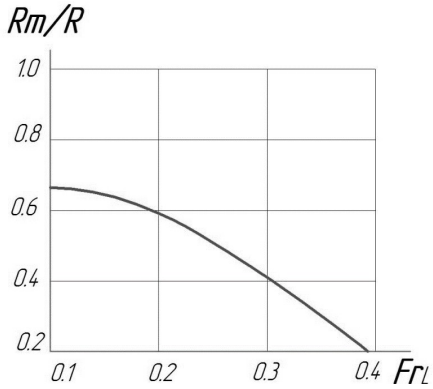


Рис.1. Отношение силы трения в долях к общей силе сопротивления в зависимости от числа Фруда

Анализируя движения яхты «Светлояр» при ее скорости $v = (0{,}5 - 1{,}5)(\text{м/с})$, соответствующей числам Фруда в диапазоне $F_r = (0{,}06 - 0{,}20)$, не трудно заметить на диаграмме (Рис. 1), что составляющая силы трения имеет весомое значение в долях от общего сопротивления воды движению судна $F_m/F = (0{,}6 - 0{,}7)$. Сила трения является функцией от квадрата скорости и площади смоченной поверхности.

$$F_m = f(v^2, \Omega) \tag{1}$$

В области математического анализа очевидно нелинейное, сравнительно медленное нарастание значений параболической функции до достижения аргументом единицы. Это свойство обуславливает значительное влияние площади смоченной поверхности на сопротивление трения яхты при малых скоростях движения, когда доминирующим фактором становится не квадратичная зависимость от скорости, а геометрические характеристики корпуса. Изменяя угол крена яхты «Светлояр» $-\theta$, будем вычислять величины площадиΩ,при этом постоянно контролируя постоянную величины водоизмещения судна.

$$V = const$$
$$0 < \theta < \theta_{\text{заливания}} \tag{2}$$

В ходе исследования угол крена будет изменяться от 0 градусов до угла крена, при котором происходит заливание палубы на наклонённом борту.

На основе теоретического чертежа четвертьтонника была разработана геометрическая модель корпуса яхты посредством компьютерного моделирования с применением специали-

зированного графического программного обеспечения КОМПАС -3D v20. По полученным значениям строится графическая зависимость (рис. 2).

$$\Omega = f(\theta) \quad (3)$$

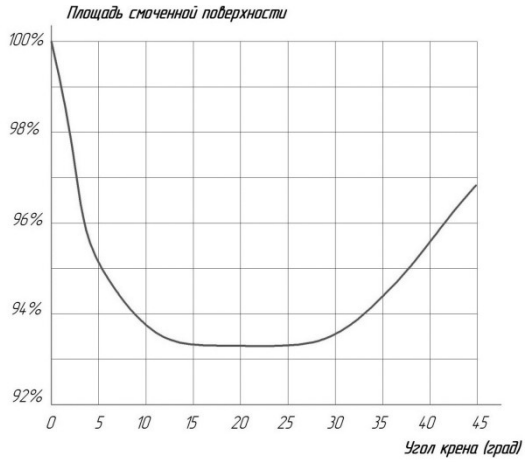


Рис.2. Взаимосвязь площади смоченной поверхности от угла крена

Анализ графика (рис. 2) показал, что при изменении угла крена $0 < \theta < 15$ площадь смоченной поверхности Ωуменьшается на 7%. Уменьшениесилы трения корпуса о воду приводит к снижению общего сопротивления движению яхты, что, в свою очередь, способствует увеличению её скорости.

Исследования ходкости парусной яхты класса «четвертьтонник» таллиннской постройки при слабом ветре показали, что яхта имеет обводы корпуса, позволяющие на 3-4 % увеличить скорость на слабом ветре при слаженной работе экипажа.

Библиографический список

1. Войткунский, Я.И. и др. Справочник по теории корабля: В 3 т. / Я.И. Войткунский [и др.]. — Л.: Судостроение, 1985. — 768 с.

2.Мархай, Ч. Теория плавания под парусами: [пер. с польск. М. Липского]. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Физкультура и спорт, 1970.

3. Крючков, Ю.С., Перестюк И.Е. Крылья океана.-Л.:Судостроение,1983-256с

4. Справочник по малотоннажному судостроению / сост.: Б.Г. Мордвинов. — Л.: Судостроение, 1988. — 576 с.: ил.

УДК 629.124

КИСЕЛЕВ А.В.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ХОДКОСТИ ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 18 МВТ

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 было экспериментально-теоретически исследовать ходкость ледокола мощностью 18 МВт.

Основные характеристики исследуемого ледокола:

D = 18755 т, $L_{пп}$ = 115,4 м, $B_{квл}$ = 29,4 м, T = 9,43 м.

Разработан теоретический чертеж, общее расположение, конструктивный чертеж, мидель-шпангоут, на основе которых была получена 3D-модель исследуемого корпуса судна (рис.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:

- при движении в сплошном льду, где толщина снега составляет h_c = 0,4 м, ледокол может преодолевать толщину льда до 1,5 м;
- при движении в битом льду, где сплоченность льда составляет 9 баллов, ледокол может преодолевать толщину льда до 2,1 м;

Произведен расчет средней скорости движения набегами в зависимости от толщины льда и длины разбега. Результаты анализа и расчета представлены в графике (рис.2). Оптимальная длина разбега ледокола с целью движения с максимальной скоростью составляет от 0,7L до L в зависимости от ледовых условий.

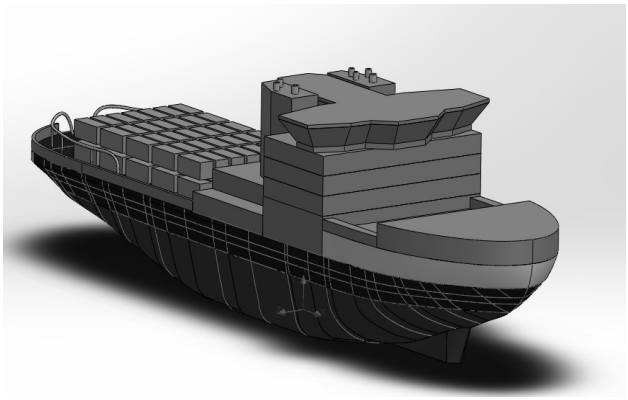


Рис. 1. 3D-Модель исследуемого корпуса судна

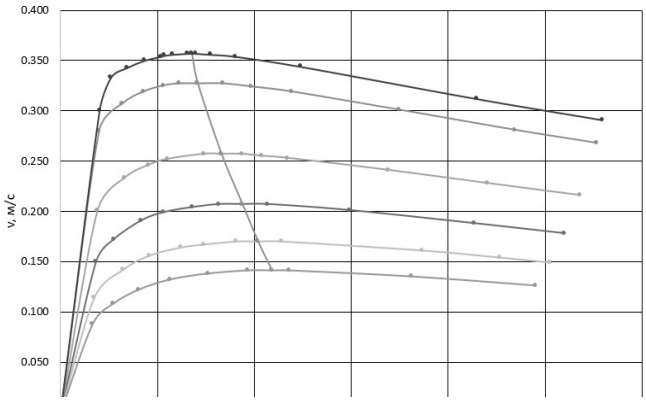


Рис. 2. Зависимости скорости движения набегами от длины разбега

По результатам исследования ходкости ледокола мощностью 18 МВт были получены предельные толщины ледяного покрова при движении в сплошном и битом льду, а также оптимальная длина разбега при движении набегами.

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.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛЕДОПРОХОДИМОСТИ СУДОВ НА НАЧАЛЬНОМ ЭТАПЕ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для прогнозирования ледовой ходкости судов в ровном сплошном льду широко используются полуэмпирические методы расчета. За последнее время появились новые усо-

вершенствованные методы, учитывающие физическую модель льда и форму корпуса. Такие методы, естественно, повышают точность прогнозов, но одновременно их математические модели становятся довольно сложными.

Поэтому на начальном этапе проектирования судна (например, на этапе разработки технического задания) существует потребность в простых экспресс-методах прогнозирования ледовой ходкости судна в ровном сплошном льду.

Целью данной работы является исследование возможности использования метода Зуева В. А. для экспресс-анализа ледовой ходкости судна в ровном сплошном льду.

Для расчета ледового сопротивления приведена формула Зуева [1], которая используется при движении судов в сплошных льдах с «классическими» коэффициентами (c_1=6060, c_2=0,075, c_3=3,6, c_4=0,84):

$$R = c_1 \frac{\sigma_и^2}{Er} Bh^2 + \rho g B h^2 \left(c_2 \frac{B}{h} + c_3 Fr_h + c_4 Fr_h^2 \right).$$

В результате автоматизированных расчётов эмпирических коэффициентов на основе обследования генеральной совокупности и выбраковки аномальных данных получены выборочные совокупности для полуэмпирических моделей сопротивления льда [2]. По результатам модельных испытаний установлены новые коэффициенты (c_1=6023, c_2=0,02, c_3=0,29, c_4=1,31).

Анализ пригодности формулы Зуева для расчета ледового сопротивления проведен методом сравнения. Были выбраны 3 разных современных метода расчета ледового сопротивления и ледопроходимости в сплошных льдах [3,4]. Используя экспериментальные данные 5-ти моделей в этих работах выполнен расчет ледовой ходкости ледоколов проектов Р-47, 16, 1105, 1191, 21900. Результаты этих расчетов использованы в качестве эталонных для верификации метода Зуева В.А.

На первом этапе произведена оценка надежности и пригодности эталонных данных. Для каждого из пяти ледоколов вычислены средние значения, стандартное отклонение и коэффициент вариации ледопроходимости по трем методам на каждой толщине льда. Полученные результаты показали: стандартное отклонение ледопроходимости для каждого судна не превосходит величины 0,4 м/с; коэффициент вариации ледопроходимости по всем ледоколам и толщинам льда лежит а диапазоне (1,23 – 11,64) % (исключение составляет один случай 25,58%). Вывод: данные надежны и могут использоваться в качестве эталонных для верификации метода Зуева В.А.

На втором этапе для каждого ледокола вычислены: сопротивление движению судна и тяга на гаке, ледопроходимость и относительная погрешность от эталонного среднего. Вычисления проводились для двух наборов коэффициентов формулы Зуева В.А. Результаты относительной погрешности приведены на графиках.

Выводы

1. Из графиков следует, что точность расчета по методу Зуева В.А. с набором коэффициентов Калининой Н.В. [2] (c_1=6023, c_2=0,02, c_3=0,29, c_4=1,31) значительно превосходит точность расчета с «классическим набором коэффициентов (c_1=6060, c_2=0,075, c_3=3,6, c_4=0,84). Рекомендуется использовать метод Зуева В.А. с набором коэффициентов: c_1=6023, c_2=0,02, c_3=0,29, c_4=1,31.

2. Полученные результаты убедительно показывают, что метод Зуева В.А. может использоваться на начальном этапе проектирования судна для экспресс-анализа его ледовой ходкости в ровном сплошном льду.

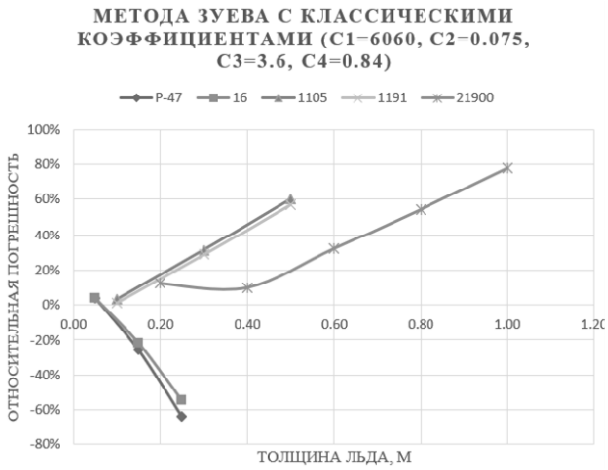


Рис. 1. Относительные погрешности метода Зуева с оригинальными коэффициентами

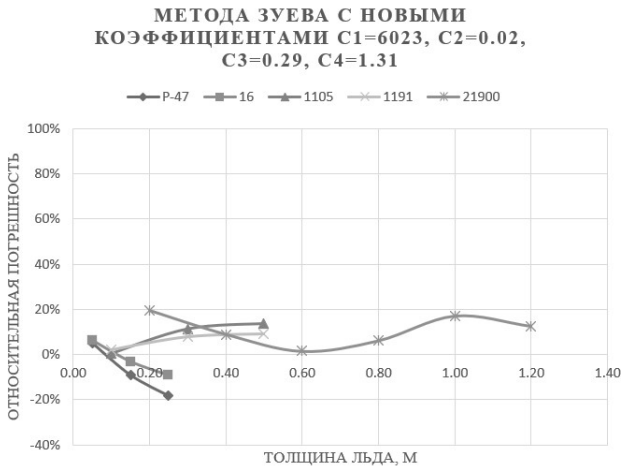


Рис. 2. Относительные погрешности метода Зуева с модифицированными коэффициентами

Библиографический список

1. Зуев, В.А. Средства продления навигации на внутренних водных путях / В.А. Зуев. – Л.: Судостроение, 1986. – 207 с.
2. Н. В. Калинина, К. Д. Блинов. Настройка полуэмпирических моделей сопротивления сплошного льда движению судов. Транспортные системы №1 (31), 2024, с. 25–32.
3. Грамузов, Е.М., Калинина Н.В., Блинов К.Д. Определение сопротивления сплошного льда движению ледокола с помощью модельного эксперимента. Морские интеллектуальные технологии. 2024. № 3 часть 1, С. 23—29.
4. Грамузов, Е.М., Калинина Н.В., Блинов К.Д., Куркин А.А. Использование энергетического подхода для расчетного метода ледового сопротивления с использованием данных модельных испытаний в пресном льду. Морские интеллектуальные технологии. 2024. № 4 часть 3, С. 34—43.

УДК 629.123

КРОХАЛЕВА И.В.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ МАНЕВРЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО СУДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обеспечение управляемости судов остается ключевой задачей морской инженерии, особенно на фоне роста объемов морских перевозок, увеличения габаритов судов и усложнения условий эксплуатации в стесненных акваториях и портах. Недостаточная маневренность повышает риски аварий, экологического ущерба и экономических потерь, что стимулирует разработку новых технологий.

Специализированные и крупные суда, требуют более гибких и эффективных систем управления. Для решения этой проблемы активно разрабатываются и внедряются различные подруливающие устройства, активные рули, системы автоматического удержания курса и другие инновационные технологии. Эти устройства не только улучшают маневренность судна в сложных условиях, но и повышают точность позиционирования при выполнении специальных операций, таких как швартовка и буксировка. [1]

Особое внимание уделяется развитию спасательному флоту. С 2009 года создаются многофункциональные суда арктического класса, способные работать в ледовых условиях, ликвидировать разливы нефти и обслуживать морские платформы. Расчеты маневренных ха-

рактеристик таких судов критически важны, они помогают определить оптимальные параметры конструкции, такие как размер и расположение движителей, что в свою очередь влияет на безопасность и эффективность эксплуатации судна.

Спроектировано многофункциональное аварийно-спасательное судно дедвейтом 1000т класса КМ Arc5 [1] R2 AUT1 DYNPOS-2 Salvageship, предназначенное для патрулирования и спасательных операций в Карском, Баренцевом морях и Обско-Тазовской губе.

Главные размерения были получены методом аффинного преобразования: D=5291 т, L=82,55 м, B=18,53 м, T=5,38м, H=8,01м, удовлетворяющие требования РМРС [2].

Были разработаны теоретический чертеж, чертеж общего расположения, конструктивный мидель шпангоут, конструктивный чертеж корпуса.

Ключевым этапом работы стал сравнительный анализ различных типов движителей, таких как винторулевые колонки и полубалансирные рули, что позволило выявить наиболее эффективные решения для обеспечения безопасной и эффективной эксплуатации судна на чистой воде. Расчет производился для управляемости и поворотливости по методике РМРС [3]. По результатам расчета выявлено, что винторулевые колонки является наилучшим и оптимальным решением.

В настоящее время системы динамического позиционирования (ДП) находят все более широкое применение на судах, работающих в арктических условиях, обеспечивая возможность удержания судна в заданной точке или движения по заданной траектории даже при воздействии сильного ветра, течения и ледового давления.

Важным этапом проектирования системы ДП является расчет диаграммы удержания судна с системой ДП. Система ДП определяет область допустимых внешних воздействий и способна удерживать судно в заданной позиции. Расчет возмущающих сил и моментов, действующих на судно со стороны ветра, волнения и течения был произведен по методике РМРС [4]; построена диаграмма удержания судна при скорости течения v=1 уз (рисунок 1).

Отдельное исследование посвящено влиянию главных размерений, формы корпуса и типа движительно-рулевого комплекса на ледовую управляемость. Установлено, что параметры конструкции напрямую определяют способность судна выполнять маневры в сложных ледовых условиях, характерных для арктических акваторий[5].

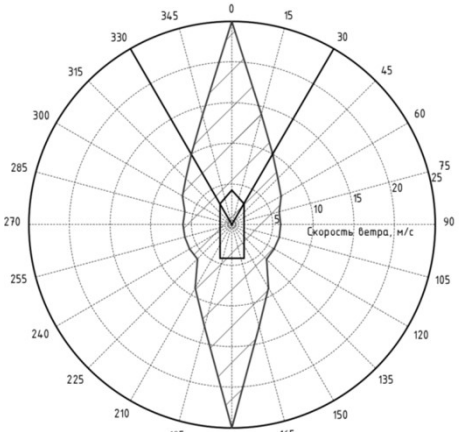


Рис. 1. Диаграмма удержания судна при скорости течения v=1 уз.

Внедрение инновационных технологий, таких как системы ДП и винторулевые колонки, в сочетании с точными расчетами маневренных характеристик, повышает безопасность и эффективность судов в условиях растущих эксплуатационных требований.

Результаты работы демонстрируют значимость комплексного подхода к проектированию, учитывающего как гидродинамические особенности, так и внешние воздействия, включая ледовые нагрузки. Разработанные решения актуальны для судов арктического класса, где управляемость становится критическим фактором успешного выполнения задач.

Библиографический список

1. Афремов, А.Ш., Мартиросов Г.Г., Немзер А.И., Русецкий А.А., Сергеев В.В., Шевцов С.П., Яковлев А.Ю. Средства активного управления судами: Монография / Под общей редакцией д.т.н., проф. А.А. Русецкого. – СПБ.: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», 2016. -182 с.: ил.
2. Правила классификации и постройки морских судов. Российский Морской Регистр судоходства. СПб. 2024. https://lk.rsclass.org/regbook/rules?ln=ru;
3. Расчет маневренности и проведение натурных испытаний судов внутреннего и смешанного плавания «Руководство Р.006 – 2004», Москва, 2016 год. Нижегород. гос. техн. ун-т. Нижний Новгород, 2012. - 337 с.
4. Руководство по расчету диаграмм удержания судов с системами динамического позиционирования (DPCAPABILITYPLOTS). Российский морской регистр судоходства, 2025г.
5. Сазонов, К.Е., Ледовая управляемость судов: Монография– СПБ.: ФГУП «Крыловский государственный научный центр», 2006. -245 с.: ил.

УДК 629.124

КУЛИКОВ Д.С.

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА ДВИЖИТЕЛЬНО-РУЛЕВОГО КОМПЛЕКСА МОРСКОГО БУКСИРА МОЩНОСТЬЮ 2600 КВТ КЛАССА KMARC4 R2 AUT 1 FF2WS TUG

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Обновление служебно-вспомогательного флота дляобеспечения деятельности транспортных судов, в целях повышения качества предоставляемых услуг и безопасности мореплавания определено Морской доктриной РФ [1].

Постоянный рост численности и размерений судов морского и промыслового флотов, а также все возрастающий объем грузоперевозок влечет за собой увеличение числа судозаходов в порты страны, а также увеличение количества судов, одновременно находящихся в портах. В результате значительно возрастает и усложняется выполнение кантовочных операций с крупными судами. Это обуславливает создание специального буксирного флота, обладающего наряду со значительными тяговыми характеристиками более высокими маневренными качествами и малыми габаритами.

Актуальность проектирования буксирных судов с повышенными показателями маневренности подтверждает стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации, в соответствии с которой, необходимо выполнить формирование конкурентноспособной на мировой рынки национальной транспортной коммуникации Российской Федерации [2].

Для решения данных задач, в рамках магистерской Выпускной квалификационной работы (ВКР) был разработан проект Морского буксирного судна мощностью 2600 кВт класса РМРС: КМ ⍟RC4 R2 AUT 1 FF2WS TUG, а так же проанализированы различные движительные комплексы: винты фиксированного шага с рулями, винты регулируемого шага с рулями и винторулевая колонка для применяемости на рассматриваемый проект. В дополнении, была рассмотрена актуальность применения винтовой насадки и выбрана система привода движителя судна.

В ходе работы над проектом судна были проанализированы условия плавания, выбраны основные характеристики судна и разработаны следующие чертежи: Теоретический чертеж судна, Общее расположение, Конструкция корпуса судна.

Основные характеристики проектируемого судна: $L_{КВЛ}$=35,2 м.; $B_{КВЛ}$=10,22 м.; $T_{КВЛ}$ = 3,25 м.; H=4,2 м.; δ=0,544; α=0,813; β=0,930. При работе над данным проектом были учтены

все основные особенности судов данного типа. Полученные результаты и чертежи удовлетворяют правилам РМРС [3]. Общее расположения проектируемого судна представлено на рис.1.

В рамках научно-исследовательской работы (НИР) был произведен выбор оборудования Российского производства, в том числе движители ВРК и ПУ. В результате анализа различных типов движителя, была выбрана винторулевая колонка с 4х лопастным винтом фиксированного шага без насадки, подруливающее устройство данного судна было выбрана типа «Винт в трубе» поставщика той же фирмы, что и винтовая колонка. Выбранные движители представлены на рис.2. Расчеты тяги и маневренности судна с выбранными движителями показывают положительные результаты как при работе во льдах, так и на чистой воде.

В результате анализа различных систем передачи энергии на судовое оборудование (Электродвижение и механическая передача через валовую линию), вследствие повышенного КПД, была выбрана система механической передачи через валовую линию, представленная на рис.3.

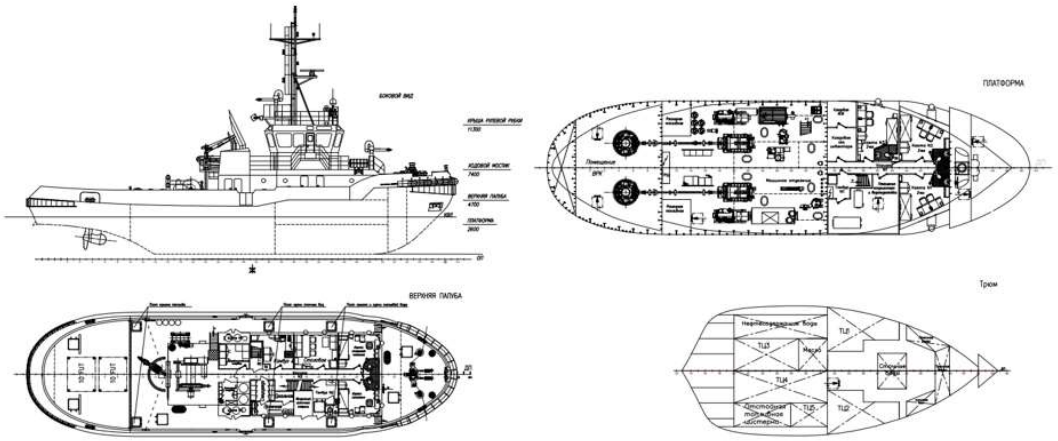
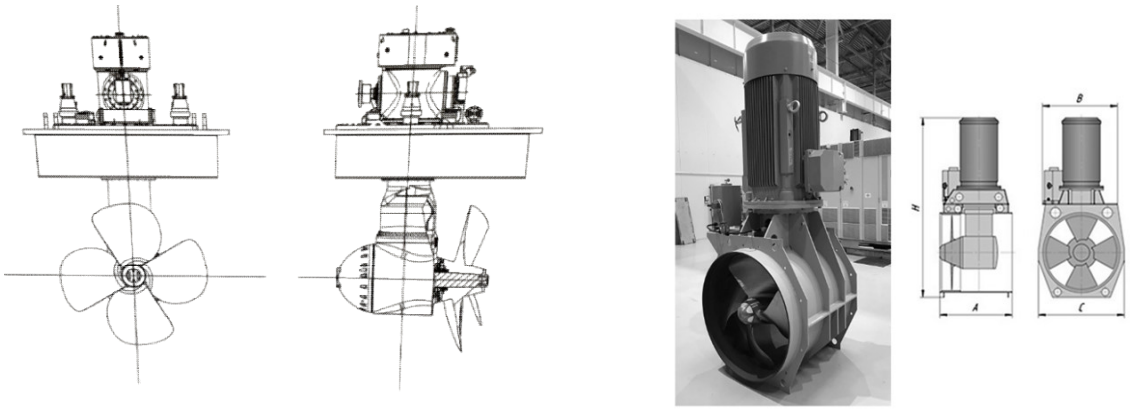


Рис.1. Общее расположение проектируемого судна



а) ***б)***

Рис. 2. Выбранные движители

а) винторулевая колонка (ВРК); б) подруливающее устройство

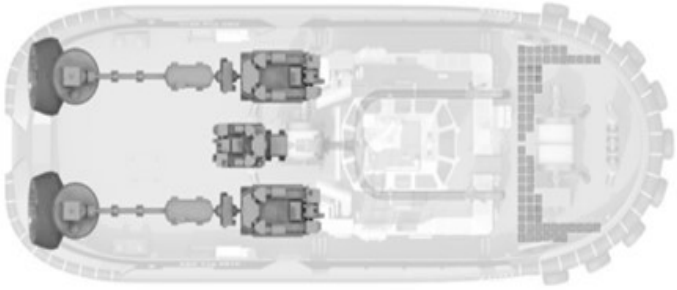


Рис. 3. Схема привода движителя

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: 27.04.2025)
2. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2035 года. Указ президента РФ от 26 декабря 2020 г. [Электронный ресурс]. URL: http://static.kremlin.ru/media/events/files/ru/J8FhckYOPAQQfxN6Xlt6ti6Xzp(дата обращения: 27.04.2025)
3. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов, 2023.

УДК 629.123

КУРГАНСКАЯ И.Е., ВАСИЛЬЕВ К.С., МАРЧЕНКО В.Д., БЛИНОВ К.Д.

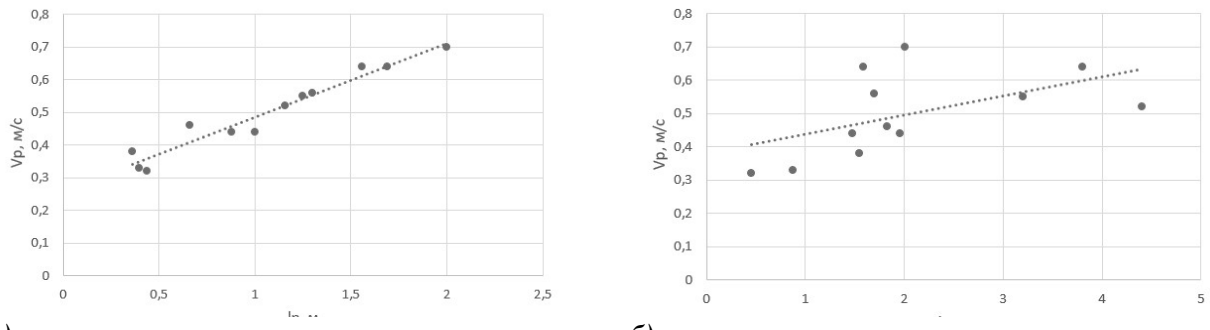
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДВИЖЕНИЯ МОДЕЛИ ЛЕДОКОЛА НАБЕГАМИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Арктика привлекает все больше внимания в связи с перспективами освоения природных ресурсов и сокращением площади ледового покрова, вследствие чего растет интерес к арктическим ресурсам. Задача обеспечения круглогодичной навигации в высоких широтах приобретает стратегическое значение. Для преодоления торосистых перемычек ледоколы движутся набегами, данный способ демонстрирует высокую эффективность и основан на преобразовании кинетической энергии судна в силу, разрушающую лёд.

Целью испытаний является анализ процесса разрушения сплошного льда моделью ледокола набегами для выявления зависимости между различными факторами, влияющими на поведение модели, такими как скорость входа в кромку, толщина льда, длина разбега, длину продвижения судна и дальнейшей настройки полуэмпирической модели движения натурного судна.

Сам процесс разрушения льда является цикличным. Для того, чтобы ледокол смог развить достаточную скорость, необходимую для продвижения в сплошном льду, судно отводится назад на некоторое расстояние $l_р$. Ледокол проходит полезный путь $l_{пр}$, после этого начинает замедляется и полностью останавливается. В данных опытах изучается не весь цикл движения судна, а только момент его взаимодействия со сплошным льдом [1].В результате проведенных опытов были получены графики зависимости скорости от длины разбега $\upsilon_р(l_р)$ и зависимости скорости от длины продвижения $\upsilon_р(l_п)$, представленные на рис. 1, при средней толщине льда 5,4 мм для модели ледокола пр. 16.



а) ***б)***

Рис. 1. Зависимость скорости от длины разбега $\upsilon_р(l_р)$ и от длины продвижения $\upsilon_р(l_п)$

В конечном итоге, результатом проведенных модельных испытаний стал ключевой фактор, определяющий эффективность продвижения модели ледокола набегами - скорость входа в кромку льда ($\upsilon_р$), которая влияет на длину продвижения.

1. Грамузов, Е.М. Использование данных натурных экспериментов для построения полуэмпирической модели движения ледокола набегами / Е.М. Грамузов, В.А. Зуев, Н.В. Калинина, А.А. Куркин / Вопросы атомной науки и техники. Серия: Математическое моделирование физических процессов. 2021. № 4. С. 83 – 90.

УДК 629.123

МАРЧЕНКО В.Д. КУРГАНСКАЯ И.Е., ВАСИЛЬЕВ К.С., ДУБРОВЧЕНКО В.Н., БЛИНОВ К.Д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕДОВОЙ ХОДКОСТИ РЕЧНОГО ЛЕДОКОЛА ТИПА «ДОН» В ОПЫТОВОМ БАССЕЙНЕ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПОЗИТНОЙ МОДЕЛИ ЛЬДА (GP-ice)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для России одной из приоритетных задач является освоение северного морского пути. Одним из направлений данной проблемы является постройка ледокольного флота. При проектировании судна ледового класса для учета всех показателей сопротивления придвижении, необходимо проводить натурные испытания. Но так как постройка судна в полномасштабном размере очень трудоемкий и ресурс затратный процесс, прибегают к модельным испытаниям.

При этом применялся метод раздельного моделирования, в котором сопротивление при движении во льдах можно представить как: сумму сопротивления разрушению льда и сопротивление обломков. Сопротивление разрушения моделируется при помощи тонкого естественного льда [1]. Сопротивление трение обломков моделируется полиэтиленовыми плитками высокого давления. Однако данный способ достаточно трудоемок. Поэтому была предложена новая методика моделирования ледяного покрова при помощи композитного льда. В ней не предполагается разделение составляющих сопротивления льда.

Методика состоит в том, что на поверхность воды, в один слой, высыпаются шарики диаметром 10 мм из полиэтилена высокого давления. При этом под действием пониженной температуры окружающей среды между ними образуется слой естественного тонкого льда. Такая модель льда обладает меньшей прочностью и упругостью, чем естественный лед той же толщины. В ней проводится буксировка модели судна, а также опыт по пролому ледяного поля. Дополнительно проводится отдельный эксперимент по определению коэффициента сухого трения естественного льда о корпус модели. Для предсказания сопротивления натурного судна используется метод [2], который позволяет, зная коэффициенты при членах уравнения, пересчитать сопротивление с модели.

Зимой 2025 года были проведены испытания ледопроходимости судов в ледовом опытовом бассейне НГТУ. Были проведены опыты по моделированию ледового сопротивления при буксировке модели, а также по определению физико-механических свойств композитного льда. Из них была получена работа разрушения композитного льда необходимая для расчета по [2]. Определен коэффициент трения между льдом и корпусом модели. Была применена математическая модель пересчёта на натуру [2], с учетом следующих величин: толщины льда, коэффициент трения, модуль упругости и его плотность. В результате проведённого анализа и пересчета на натуру с использованием полуэмпирической модели была получена диаграмма ледопроходимости при разных значениях коэффициента сухого трения.

Библиографический список

1. Калинина, Н.В. Настройка полуэмпирических моделей сопротивления сплошного льда при движении судна / Н. В. Калинина, К.Д. Блинов // Научный журнал «Транспортные системы». – 2024. – № 31. – С. 25-32.
2. Блинов, К.Д. Определение сопротивления речного ледокола с использованием энергетического подхода на основе экспериментов в модельном льду композитной конструкции/ К.Д. Блинов, К.С. Васильев. // Научный журнал «Транспортные системы». – 2025. – № 35. – С. 29-39.

УДК 629.576

РУМЯНЦЕВ Н.Е., ГЛАДЫШЕВ Н.С., КОРОВИН В.В., МОРОЗОВ В.П., ПЕТРОВ И.Н.

АНАЛИЗ ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК БАЛЛОННОГО ШАССИ НА ВОЗДУШНОЙ ПОДУШКЕ С ПОМОЩЬЮ МОДЕЛЬНОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

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 использования модельных испытаний. В данной отрасли имеется множество теоретических пробелов, которые пока что нечем перекрыть.

Одни из самых важных режимов эксплуатации экраноплана – этап взлёта и посадки. Поведение экраноплана на данных режимах показывает, насколько грамотно была решена глобальная задача по созданию экономически целесообразного и безопасного аппарата. Эксплуатация аппарата на вышеуказанных режимах определяет потребную тяговооружённость аппарата, аэрогидродинамическую компоновку, центровку и др.

С целью уточнения гидродинамических характеристик баллонных шасси в ЦКБ по СПК им. Р.Е. Алексеева и ЦАГИ им. Н.Е. Жуковского были произведены эксперименты моделей с шасси на воздушной подушке с баллонным типом ограждения (см. рис.1 и рис.2). На рис. 1 представлен стенд баллонного шасси речного экраноплана в масштабе 1:10 на рис. 2 представлена модель самолёта «Динго» в масштабе 1:5.

Было произведено сравнение точности определения гидродинамических характеристик различными методами: теоретическим ([1], [2], [3]), в САПР, с помощью эксперимента. Результаты представлены на рисунке 3, в качестве эталона рассматриваются значения модельного эксперимента.

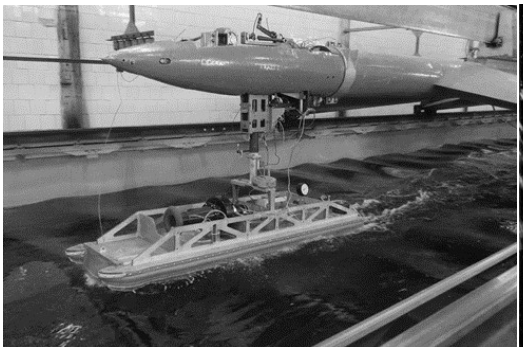


Рис.1. Стенд шасси на воздушной подушке

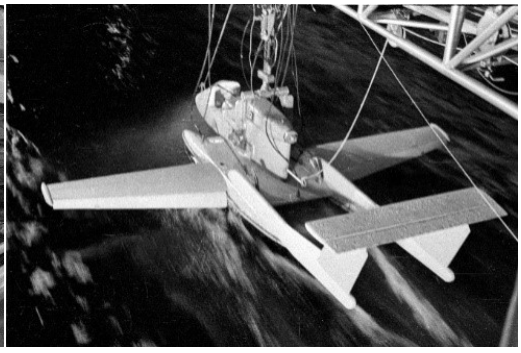


Рис.2. Испытание модели самолёта «Динго»

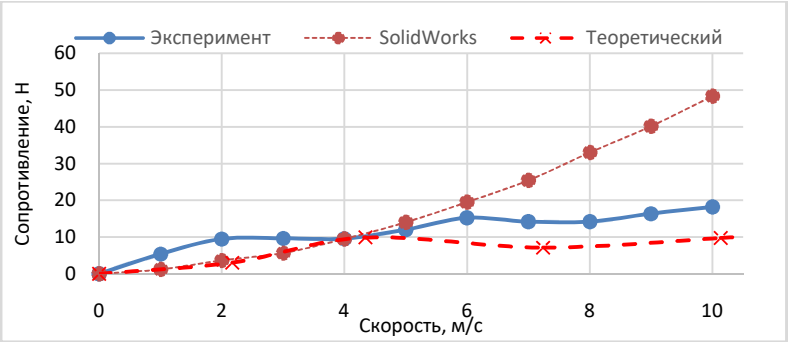


Рис.3. Сопоставление методов расчёта сопротивления судов и шасси на воздушной подушке

***Библиографический* список**

1. Демешко, Г.Ф. Проектирование судов. Амфибийные суда на воздушной подушке в 2-х книгах. - СПб: Судостроение, 1992. - 329 с.
2. Колызаев, Б.А., Косоруков А.И., Литвиненко В.А. Справочник по проектированию СПК и СВП. - СПб: Судостроение, 1980. - 235 с.
3. Смирнов, Н.Г. Теория и устройство судна. - Москва: «Транспорт», 1992. - 248 с.

УДК 629.123

СНЯТКОВ А.А., ВАСИЛЬЕВ К.С.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ МЕТАЛЛИЧЕСКОГО КОРПУСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одно из направлений сокращения сроков проектирования и повышения качества морской техники — создание и внедрение систем автоматизированного проектирования и инженерного анализа, позволяющих повысить обоснованность принимаемых решений, качество проектно-конструкторской документации, эффективность использования технологического оборудования и управления проектом и жизненным циклом изделия. Кроме того, достигается снижение металлоёмкости конструкций, объема технологических работ и трудоемкости технологических операций в процессе изготовления изделия.

Появление параметрического моделирования позволило изменять геометрию и размеры объекта на основе инженерного анализа и оптимизации, а создание цифрового макета объекта организовать сопровождение изделия в течение всего жизненного цикла – от проектирования до утилизации. Преимущество численных методов по сравнению с аналитическими возможность инженерного анализа модели, отражающей конструктивные особенности судна и условия взаимодействия его с внешней средой, что значительно повышает достоверность результатов. [1].

Создание судов, способных выдерживать экстремальные нагрузки и условия эксплуатации, требует тщательного проектирования и глубокого анализа. Прочность и надежность конструкций являются ключевыми факторами, определяющими безопасность и эффективность судов.

Современные программные комплексы для инженерного моделирования и симуляции значительно упрощают и ускоряют процесс проектирования, предоставляя мощные инструменты для выполнения сложных расчетов. Прочностные расчеты играют центральную роль в процессе проектирования судов. Они позволяют оценить, как конструкция будет вести себя под воздействием различных нагрузок, включая гидродинамические, термические и механические воздействия. Одним из таких инструментов является

SolidWorksSimulation, который позволяет проводить детальный анализ напряженно-деформированного состояния конструкций.

Данная работа посвящена численному моделированию напряженно–деформированного состояния краболовного морозильного судна дедвейтом 900 т. Класс судна КМ ⊛Ice3 AUT1 (REF) Fishingvessel. Судно предназначено для промысла крабов различных видов на глубинах от 20 м до 400 м в морях Дальнего Востока (Японское; Охотское; Берингово). Для решения поставленной задачи бала разработанная модель поверхности корпуса судна, на базе которой, были построены твердотельные модели основных корпусных конструкций. Также был выполнен расчет напряженно–деформированного состояния поперечной переборки, были получены эквивалентные напряжения и результирующие перемещения. На рисунке 1 представлен боковой вид краболова, а на рис. 2-4 приведены модели, выполненные в программном комплексе SolidWorks.

Анализ, проведенный с использованием программного обеспечения SolidWorksSimulation, продемонстрировал высокую точность и надежность в расчете напряженно–деформированного состояния элементов металлического корпуса судна. SolidWorksSimulation позволяет рассчитывать перекрытия полностью, а не отдельные его части, что значительно ускоряет процесс расчета, особенно для сложных конструкций и условий нагружения.

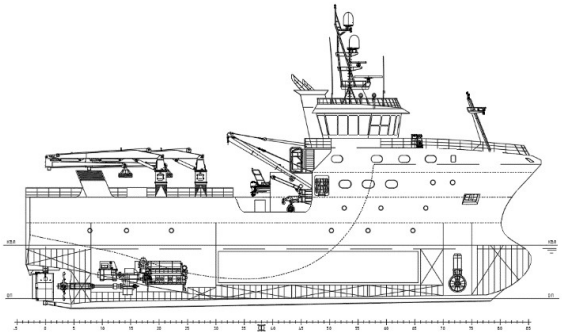


Рис. 1. Боковой вид судна

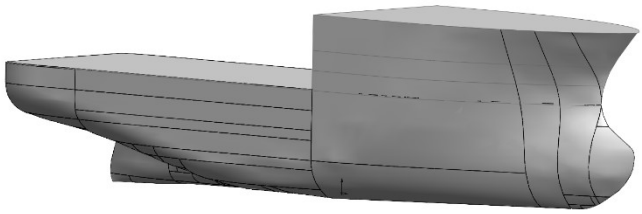


Рис. 2. Модель поверхности корпуса судна

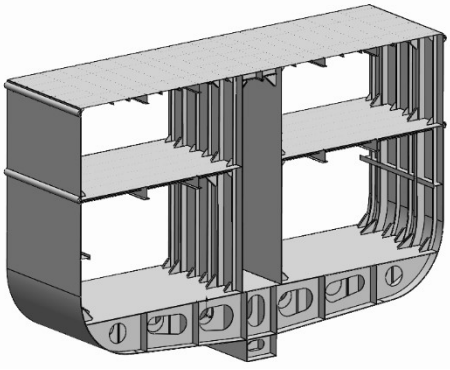


Рис. 3. Модель мидель-шпангоута

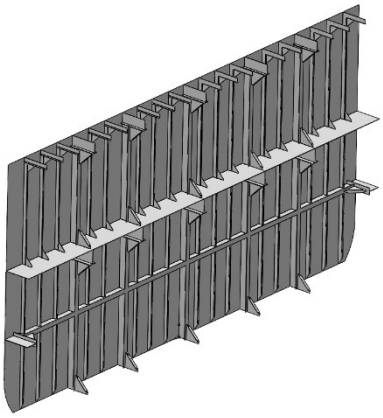


Рис. 4. Модель поперечной переборки

Библиографический список

1. Бугаев, В.Г. Дам Ван Тунг. Информационные технологии в жизненном цикле морской техники. Проектирование и инженерный анализ: учебное пособие для вузов / Политехнический институт ДВФУ. — Владивосток: Изд-во Дальневост. федерал. ун-та, 2022. — 1 СГ. [128 с.].

2. Князьков, В. В. Компьютерные технологии в кораблестроении: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2015. – 130 с.

3. Князьков, В. В. SolidWorks/COSMOSWorks Компьютерное моделирование и инженерный анализ методом конечных элементов: учеб. пособие / В.В. Князьков; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Н. Новгород, 2010. – 216 с.
4. Российский морской Регистр судоходства. Правила классификации и постройки морских судов 2023.

УДК 629.124

ХАЛИЛОВ А.С.

ОБОСНОВАНИЕ И ВЫБОР ПРОТИВОПОЖАРНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО БУКСИРНОГО СУДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Во время эксплуатации судна возникают различные аварийные ситуации, например, столкновение с другим судном, повреждения судовых устройств и механизмов и т.д. Согласно статистике аварийный случаев по видам (по данным AllianzGlobalCorporate&Specialty (AGCS)) пожар является третьей основной причиной (после столкновения), при этом количество пожаров на судах ежегодно увеличивается почти на 10 % [1]. Пожар на судне может возникнуть в любой момент из-за короткого замыкания оборудования, неисправности и неправильной эксплуатации двигателей, воспламенения и самовозгорания топлива и т.д.

По этому вопросам противопожарной, и как, следствие экологической безопасности, при проектировании судов в настоящее время уделяется особое внимание [2, СОЛАС, МАРПОЛ]. Согласно постановлению Минтранса Российской Федерации от 31 октября 2003 №10 каждое морское судно должно быть оснащено всем необходимым противопожарным оборудованием [3]. Кроме оборудования, отвечающего требованиям нормативных документов, и которое устанавливают на всех судах, существует аварийно-спасательный флот, предназначенный для решения следующих основных задач:

- 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 (поддержание на плаву, буксировка, снятие с мели, тушение пожаров, передача аварийно-спасательных средств, грузов и др.);
- подъем затонувших судов и подводных объектов, представляющих навигационную опасность и угрозу загрязнения окружающей среды;
- ликвидация аварийных разливов нефти и нефтепродуктов (ЛАРН);
- выполнение водолазных, подводно-технических работ и др. [4].

Для выполнения каждой из вышеперечисленных задач необходимо различное специализированное оборудование, например, лафетные стволы, боновые заграждения, различные системы и элементы снабжения. А поскольку тушение пожаров является одной из важных задач аварийно-спасательных судов, поэтому обоснование и выбор противопожарного оборудования для аварийно-спасательного судна является важным и актуальным при проектировании.

Для выбора и обоснования противопожарного оборудования рассматривается многофункциональное аварийно-спасательное буксирное судно мощностью 3000 кВт класса КМ Arc4 [1] R2 AUT1 EPPFF3WSSalvageshipTug, которое необходимо спроектировать в рамках Выпускной Квалификационной работы (ВКР).

В данной работе рассматривалось противопожарное оборудование, которое делится на 2 категории: индивидуального и коллективного назначения. К индивидуальным относятся то оборудование, которое необходимо для обеспечения пожарной безопасности на судне (противопожарные сигнализации, стационарные системы пожаротушения, противопожарное

снабжение и т.п.). к коллективным средствам относится то оборудование, которое необходимо для оказания помощи другим судам или плавучим морским объектам (лафетные стволы с возможностью подачи воздушно-механической пены).

В каждой категории рассматривались различные стационарные и переносные системы пожаротушения, противопожарные сигнализации и противопожарное имущество. Были произведены обоснование и выбор противопожарного оборудования для проектируемого судна в соответствии с требованиями Правил [2].

Выбранное противопожарное оборудование позволит обеспечить безопасность мореплавания на судне, других судах и плавучих морских объектов. Соблюдение правил пожарной безопасности, наличие необходимого оборудования и готовность к действиям в случае пожара могут предотвратить трагедии и сохранить жизни людей на судне.

Библиографический список

1.Ганнесен, В.В. Аварийность морских судов и методология поиска причинно-следственных связей, приведших к аварии [Текст] / В.В. Ганнесен, Е.Е. Соловьева // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2022. – Т.61. - №3. – с. 70-76.

2.Российский Морской Регистр Судоходства. Правила классификации и постройки морских судов часть VI «Противопожарная защита», 2024.

3.Российская Федерация. Министерство транспорта. Постановление от 31 декабря 2003 года №10. О правилах пожарной безопасности на морских судах.

4. Никитин, В.С., Илюхин В.Н. О классификации спасательных судов [Текст] // Судостроение №3, 2023, с. 11-17.

УДК 629.124

ХОХЛОВ Д.А.

СУДНО СНАБЖЕНИЯ КЛАССА КМ Arc4 [1] AUT 1

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Континентальный шельф России является самым крупным в мире по площади. На шельфе содержится четверть мировых запасов нефти и половина – газа. Развитие операций по освоению шельфа морей и океанов, омывающих побережье России, приведет к резкому увеличению количества морских нефтедобывающих платформ в шельфовой зоне РФ.

При этом Российская Арктика характеризуется уникально тяжелыми погодноклиматическими и ледовыми условиями для таких платформ.

Результаты: спроектировано судно снабжения класса КМ⍟Arc4 [1] AUT 1 для снабжение буровых платформ буровым раствором, полностью удовлетворяющего требованиям технического задания и Правилам классификации и постройки судов Морского Регистра судоходства.Обоснован выбор технических средств для улучшение ледовой ходкости судна.

Для реализации поставленной цели было выполнено:

- проанализированы требования технического задания (ТЗ), исследованы особенности гидрометеорологических и ледовых условий в арктических морях;
- выбраны основные характеристики, архитектурно-конструктивный тип судна для работы в арктических морях;
- разработана проектная документация для судна;
- рассмотрено разнообразие ледовых условий в арктических морях, акцентировано внимание на сложной ледовой обстановке;
- произведены расчет движение ледокола в битых льдах, выбрана методика расчета ходкости.

Задание на проект получено в рамках выпускной квалификационной работы. Выполнение ВКР консультируют специалисты с предприятия-партнера ОАО «ЦКБ Лазурит», город Нижний Новгород.

Спроектировано судно со следующими характеристиками: D = 10015 т, L = 94,34 м, B = 22, T = 7,53 м, H = 11 м.

Смоделирована поверхность корпуса судна в САПР SolidWorks (рис.1).

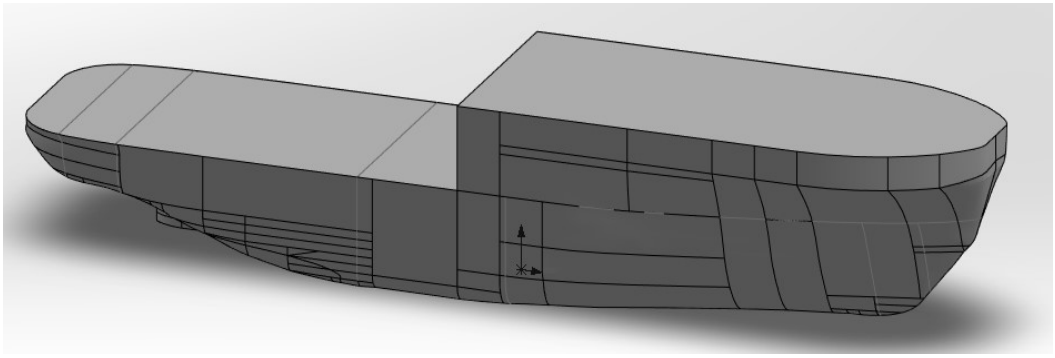


Рис. 1. Поверхность корпуса судна из САПР SolidWorks

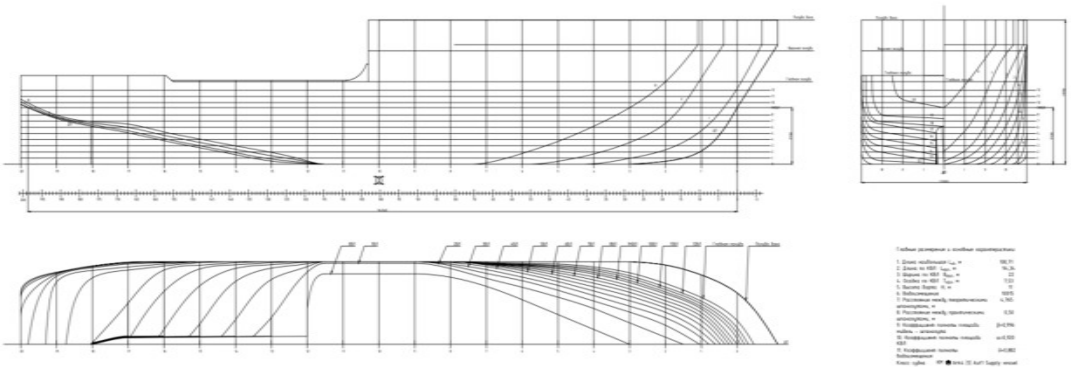


Рис. 2. Теоретический чертеж

Выполнен расчет ледовой ходкости судна в битых льдах и расчет сопротивления на чистой воде. В результате данных расчетов получили следующие результаты:

- при движении на чистой воде судно достигает скорости 9,8 м/с;
- при движении в битом льду, где сплоченность льда составляет S = 0,6, спроектированное судно может проходить толщину льда до 0,8 м, при этом достигая скорости 4,6 м/с.

Библиографический список

1. Правила классификации и постройки морских судов. Российский морской Регистр судоходства. – СПб, 2022.
2. Правила о грузовой марке морских судов. Российский морской Регистр судоходства. СПб, 2022.
3. Ионов, Б.П. Проектирование ледоколов / Б.П. Ионов, Е.М. Грамузов, В.А. Зуев СПб.: Судостроение, 2013.
4. Мацкевич В.А., Мацкевич А.В.. Практическое проектирование транспортных судов. В 2 частях. Часть 1» - М.: ООО «Издательский дом Недра», 2015-194 с.
5. Мацкевич В.А., Мацкевич А.В.. Практическое проектирование транспортных судов. В 2 частях. Часть 2» - М.: ООО «Издательский дом Недра», 2015-168 с.
6. Климашевский, С.Н. Научные основы ключевых положений проектирования ледоколов и судов ледового плавания. – СПб; 2016 – 96 с.

УДК 629.124

ШАГАЛОВ В.С.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 9 МВТ В ГРЯДАХ ТОРОСОВ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Нижегородский государственный технический университет Р.Е. Алексеева

Торосы являются характерными для арктических морей элементами ледяного покрова. Их исследование необходимо для лучшего понимания роли природных механизмов в формировании крупных ледяных образований и адекватного учета их основных параметров в моделировании процессов в ледяном покрове.

Прогнозирование ходкости осуществляется для ледокола мощностью 9 МВт класса КМ Icebreaker6 [1]AUT1, эксплуатирующегося по Северному морскому пути и предназначенного для: патрулирования территорий Арктической зоны; прокладки пути во льдах для кораблей не ледового класса; транспортировки грузов и осуществления буксировки других кораблей. Ледокол имеет следующие основные характеристики: длина 89,1 м; ширина 24,3 м; осадка 7,8 м; высота борта 11,4 м; водоизмещение 9804 т.

Практический интерес вызывает определение общего количества набегов, необходимого судну для преодоления торосистого образования, а также затрачиваемого при этом времени.

Решение задачи выполняется с использованием алгоритма, приведенного в работе [1], спутниковых данных по ширине торосистых образований в Карском море и программного обеспечения *V-OPT,* разработанного на кафедре «Кораблестроение и авиационная техника» НГТУ им. Р.Е. Алексеева и позволяющего определить параметры движения ледокола при работе набегами.

Потребное количество набегов определяется отношением ширины гряды тороса к пути продвижению в нем за один набег:

$$n = L_{\text{гт}}/l_{\text{п}}$$

Затраченное время на преодоление торосистого образования определяется как произведение времени одного полного цикла на общее количество набегов:

$$T = n \times t_{\text{ц}}$$

Результаты прогнозирования движения ледокола в торосистых образованиях приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты расчета работы ледокола при его движении в торосистом образовании

Параметр	Обозначение	Размерность	Величина	
Параметры торосистого образования				
Ширина торосистого образования	$L_{\text{гт}}$	м	45,0	71,0
Приведенная толщина тороса	$h_{\text{пр}}$	м	2,631	4,376
Параметры работы ледокола				
Оптимальная длина отхода	l_0	м	51,0	80,0
Путь продвижения	$l_{\text{п}}$	м	13,5	4,7
Оптимальная длина разбега	$l_{\text{р}}$	м	91,3	105,2
Скорость входа в сплошной ледяной покров	$v_{\text{р}}$	м/с	2,964	2,321
Время полного цикла	$t_{\text{ц}}$	с	155,8	213,6
Прогнозирование ходкости				
Потребное количество набегов	n	-	4	16
Затраченное время на преодоление торосистого образования	T	мин	10,38	56,96

Таким образом, используя данную методику расчета, представляется возможным прогнозирование ходкости в торосистых образованиях на ранних этапах проектирования судов ледового плавания.

1. Костылев, А.И. Разработка методов расчета параметров судов при нестационарном движении в ледовых условиях – СПб.: ФГУП «Крыловский государственный научный центра» - 2017 г, С.62-70.

УДК 629.124

ШЕРЕМЕТОВА Е.Ю.

ИССЛЕДОВАНИЕ ХОДКОСТИ МОРСКОГО ЛЕДОКОЛА МОЩНОСТЬЮ 16 МВТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проектирование ледоколов для эксплуатации в условиях Северного морского пути (СМП) является актуальной задачей. СМП является важным транспортным коридором для развития экономики и обеспечения связи между регионами, также освоение природных ресурсов Арктики, включая нефть, газ и минералы, требует надёжных транспортных решений, которые могут быть обеспечены с помощью современных ледоколов.

Ледовая ходкость – одно из основных мореходных качеств ледокола. Расчёты ледовой ходкости позволяют прогнозировать ходкость судов в различных ледовых условиях: в битых льдах, в сплошных льдах, преодолеваемых непрерывным ходом, а также в сложной ледовой обстановке на начальных этапах проектирования. Они необходимы для проектирования новых судов ледового, что способствует развитию судостроительной отрасли и укреплению позиций России в Арктическом регионе.

Спроектирован дизель-электрический ледокол мощностью 16 МВт класса КМ Icebreaker6 [1] AUT 1 для эксплуатации по СМП с характеристиками: L=96,6 м; B=27,6 м; T=8,4 м; H=12,3 м; D=13090 т; N=16000 кВт;автономность – 45 суток; экипаж – 28 (50) человек. Для спроектированного ледокола исследована ледовая ходкость в различных ледовых условиях. Проведены расчеты чистого ледового сопротивления методами В.И. Каштеляна [1] и Е.М. Грамузова [2] в ровном сплошном льду, а также рассчитана оптимальная тактика движения ледокола набегами в тяжелых ледовых условиях. При выполнении расчетов сопротивления в зависимости от толщины преодолеваемого льда, наличия на нем снега и скорости движения методом Е.М. Грамузова были получены диаграммы ледопроходимости (рис.1) при движении в сплошном льду и набегами.

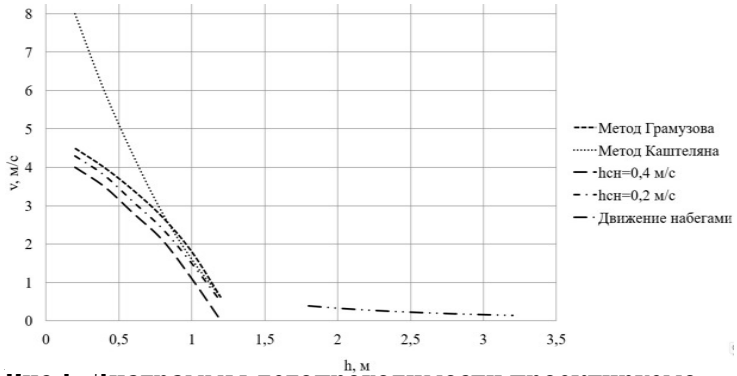


Рис.1. Диаграммы ледопроходимости проектируемого ледокола мощностью 16 Мвт

Из рис.1 видно, что предельная толщина бесснежного льда, которую может преодолеть ледокол, равна 1,2 м при минимальной устойчивой скорости 0,6 м/с. Предельная толщина льда при наличии снега толщиной 0,4 метра равна 1,1 м. Толщину льда более 1,2 м ледокол преодолевает набегами.

Проведен анализ оптимальной тактики движения ледокола набегами с помощью программы, написанной Калининой Н.В.

В качестве критерия оптимизации была выбрана максимальная средняя скорость движения набегами, которая зависит от длины разбега ледокола и толщины ледяного покрова. Оптимальная длина разбега с целью достижения максимальной скорости движения составила от 0,6 до 1,0 длины корпуса в зависимости от толщины ледяного покрова. Чем толще лед, тем больше длина разбега.

Библиографический список

1. Каштелян, В.И. Сопротивление льда движению судна / Каштелян В.И., Позняк И.И., Рывлин А.Я.. Л.: Судостроение, 1968.– 239с.

2. Ионов, Б.П. Ледовая ходкость судов: монография / Ионов, Б.П., Грамузов Е.М..– СПб.: Судостроение, 2001.– 512 с.

УДК 629.123

ШУМИЛКИН Н.Д.

СОВМЕСТНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ САПР *SOLIDWORKS* И *FREESHIP* ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СУДНА

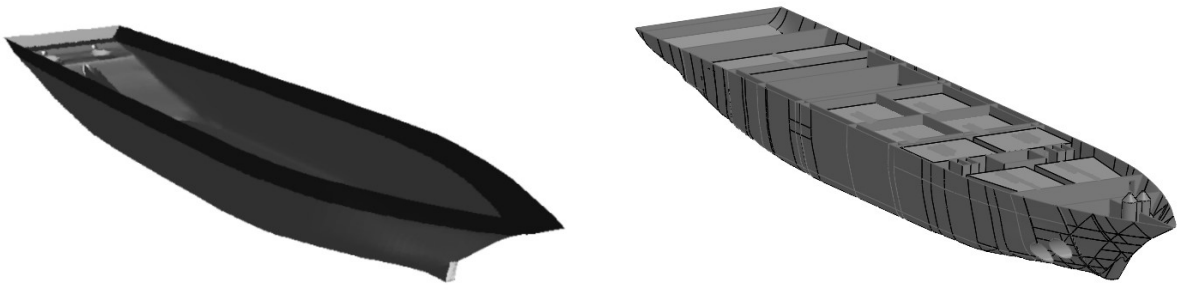
Нижегородский государственный технический университет им. Алексеева

В современных условиях цифровизации судостроительной отрасли особую актуальность приобретает вопрос эффективного проектирования корпуса корабля. Интеграция специализированного программного обеспечения позволяет объединить преимущества различных систем и значительно повысить качество проектных решений. В данной работе рассматривается возможность совместного использования программ *FreeShip* и*SolidWorks.*

Программа *FreeShip* предоставляет уникальные возможности для создания поверхностей сложной формы и проведения расчетов по теории корабля. С ее помощью проектировщики могут наглядно представить гидродинамические характеристики будущего судна и провести детальный анализ его остойчивости и мореходных качеств [1].

В свою очередь, *SolidWorks* обеспечивает широкие возможности для трехмерного моделирования корпусных конструкций и создания сборочных единиц.

Поэтому совместное использование этих программных продуктов открывает новые перспективы в проектировании корпуса корабля.



а) *б)*

Рис. 1. Примеры полученных моделей:

а – модель поверхности корпуса судна в программе *FreeShip*;

б – расположение основных запасов в корпусе судна в программе *SolidWorks*

Практическая реализация данного подхода предполагает предварительное проектирование поверхности корпуса в *FreeShip* с последующей детальной проработкой расположения судовых помещений в *SolidWorks.* Данная работа выполнена в рамках ВКР для судна снабжения *DW* 5000 тонн, ледового класса ARC6. В качестве примера на рисунке 1 приведены модели поверхности корпуса судна и схема расположения помещений судовых запасов в основном корпусе.

Таким образом, комбинированное использование *FreeShip* и *SolidWorks* представляет собой эффективный инструмент для создания современных проектов корпуса корабля, объединяющий специализированные возможности обеих программ и обеспечивающий высокое качество проектных решений.

1. FREE!shipPlus документация Версия 2.8+: Тимошенко В.Ф. Энгеланд М.В., 2008. - 59с.

Подсекция 5.2

Энергетические установки

УДК 621.43

БАРКОВСКИЙ А.И., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ОСОБЕННОСТИ И ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ЛАЗЕРНОГО ЗАЖИГАНИЯ В ДВИГАТЕЛЯХ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной экологической обстановке остро встаёт вопрос полноты сгорания топлива и состава уходящих газов. Для решения данной проблемы применяются различные инженерные и технологические решения. В рамках повышения эффективного сгорания топлива в бензиновых двигателях возможно применение различных инновационных решений, в том числе и лазерных свечей зажигания. В отличие от традиционных искровых свечей эта технология применяет сфокусированный лазерный луч для воспламенения топливной смеси.

Принцип работы основан на создании высокотемпературной плазмы в камере сгорания. Короткий, но мощный лазерный импульс фокусируется в определённой точке, мгновенно ионизируя топливо-воздушную смесь. Это обеспечивает более точный контроль момента зажигания и отсутствие потерь энергии на электродах.

Ключевое преимущество лазерных свеч — их высокая эффективность. Благодаря возможности поджига смеси в оптимальной зоне камеры сгорания снижается вероятность детонации и улучшается полнота сгорания. Кроме того, отсутствие металлических электродов устраняет проблему их износа, что значительно увеличивает ресурс системы.

Ещё один плюс — способность работать на бедных и альтернативных топливных смесях. Это особенно важно для водородных двигателей, где обычные свечи зажигания менее эффективны. Лазерная система также позволяет реализовать многократное зажигание в течение одного цикла, что повышает стабильность работы двигателя.

Однако у технологии есть и недостатки. Главный из них — высокая стоимость из-за сложной оптики и необходимости использования мощных лазеров. Кроме того, система чувствительна к загрязнениям — нагар на защитных окнах может снижать эффективность работы.

Несмотря на эти сложности, ведущие автопроизводители, включая Toyota и Ford, уже проводят испытания лазерных систем зажигания. Особый интерес технология представляет для автоспорта, авиации и водородных двигателей, где важны максимальная эффективность и надёжность.

В перспективе, при условии снижения стоимости и совершенствования конструкции, лазерные свечи могут совершить революцию в двигателестроении, став новой отраслевой нормой. Это яркий пример того, как передовые технологии меняют привычные инженерные решения.

1. Варсеев, Д.Н. Метод совершенствования процесса сгорания поршневого двс за счет лазерного управления момента воспламенения рабочей смеси / Д.Н. Варсеев, Л.А. Захаров // Будущее технической науки: сборник материалов XV Международной молодежной научно-техн. конф.; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2016, 323-324 с.

УДК 621.43.68

БЛИНОВ А.Д., ВИНОГРАДОВ А.А.

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ СРЕДНЕОБОРОТНЫХ СУДОВЫХ ДИЗЕЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

До 2000 года отечественное судовое дизелестроение развивалось в направлении повышения цилиндровой мощности дизелей, в основном, за счет увеличения частоты вращения коленчатого вала и среднего эффективного давления при использовании турбонаддува и промежуточного охлаждения наддувочного воздуха.

Таблица 1

Зарубежные энергетические и экологические технологии

№ п/п	Технические решения (параметры)	Среднеоборотные дизели (**СОД**)
1	Номинальная частота вращения коленчатого вала $n_{ном}$, *мин*$^{-1}$ [4]	300≤$n_{ном}$<1400
2	Повышение цилиндровой мощности $N_{e.ц}$ путем [5]:	
2.1	применения турбокомпрессоров (ТК) с более высокими КПД $\eta_{ТК}$ и степенью повышения давления наддува $\pi_к$	$\eta_{ТК}$>***70%*** *при увеличении* $\pi_к$ *до* ***4,0***
2.2	увеличения среднего эффективного давления рабочего цикла p_e, *МПа*	***2,3…3,6***
3	Повышение топливной экономичности путем [5]:	g_e=***160…166*** *г/кВт·ч*
3.1	увеличения степени сжатия ε	*до* ***16***
3.2	увеличения давления впрыска топлива $p_{впр.}$, *МПа*	*более* ***160***
3.3	увеличения максимального давления сгорания p_z, *МПа*	*до* ***19***
3.4	внедрения технических решений повышающих механический КПД дизеля $\eta_м$, в том числе подбор ТК с характеристиками, обеспечивающими положительную работу насосных ходов.	***92…93%***
4	Выполнение экологического законодательства [5]	***Tier III*** *с* ***2016*** *г.*

В табл. 2 для сравнения приведены технические параметры серийных СОД:отечественных, 2009 года выпуска [6], и китайских [7], выпускаемых в настоящее время по технологиям согласно таб. 1.

Таблица 2

Технические параметры серийных 6-и цилиндровых рядных среднеоборотных дизелей

Фирма - изготовитель	ОАО «РУМО»	Ningbo
Обозначение модельного ряда	6ЧРН 36/45 (Г74) [6]	DN6340 [7]
Внутренний диаметр втулки цилиндра ***D***, *см*	36	34
Ход поршня***S***, *см*	45	
Рабочий объём втулки цилиндра V_h, л	45,8	40,85
Рабочий объём двигателя $i \cdot V_h$, л	274, 8	245,1
Номинальная частота вращения коленчатого вала $n_{ном}$, мин$^{-1}$	500	**650**
Номинальная мощность $Ne_{ном}$, кВт	1150	**3372**
Среднее эффективное давление p_e, МПа	1,004	**2,54**
Длина × ширина × высота, мм	5575×1803×3400	5776×1939×3834
Масса, кг	27500 без маховика	39000 с маховиком

Например, на заводе «Двигатель Революции» (АО «РУМО» с 2019 года) были разработаны и прошли испытания среднеоборотные судовые дизели (СОД) номинальной мощностью от 1500 л.с. при 500 об/мин до 3000 л.с. при 600 об/мин [1, 2, 3].

Анализ зарубежных публикаций, выполненный в Институте Транспортных Систем на кафедре «Энергетические Установки и Тепловые Двигатели», позволяет сформулировать следующие основные технологии в области развития СОД после 2000 года (см. табл. 1).

Одной из актуальных задач на современном этапе развития отечественного судового дизелестроения является поиск таких технических решений, которые позволят организовать производство дизелей мирового уровня.

Для каждого конкретного дизеля на первом этапе целесообразно провести комплекс теоретических исследований для определения главных технических решений по основным агрегатам и системам.

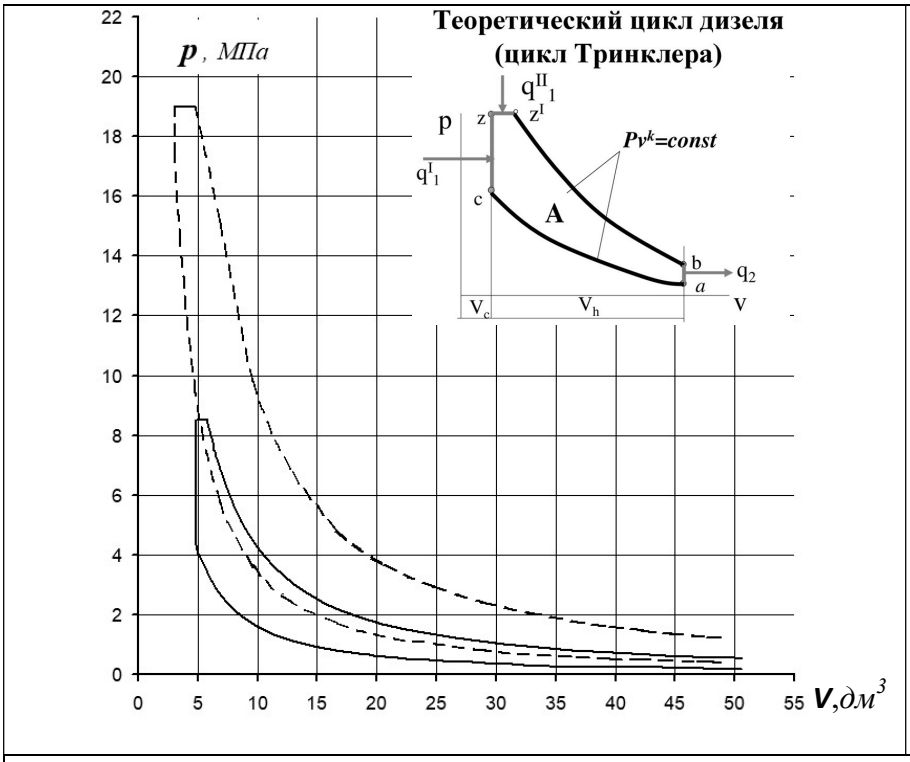
В данной работе теоретические исследования термодинамических циклов СОД выполнены с помощью программы DIZDN [8]. В табл. 3 приведены исходные данные и результаты расчетов параметров рабочего процесса серийного 6ЧРН 36/45 (Г74) [6] и форсированного 6ЧН 36/45 вариантов дизелей.

Таблица 3

Математические модели 6-и цилиндровых рядных среднеоборотных дизелей

Обозначение дизеля по ГОСТ 10150-2014	6ЧРН 36/45 [6]	6ЧН 36/45
Исходные данные для моделирования параметров рабочего процесса по программе DIZDN[8]		
Частота вращения коленчатого вала, мин$^{-1}$…… OB	500	650
Степень сжатия …… SG	8.5	16.0
Механический КПД …….. ETM	0.86	0.92
Степень повышения давления при наддуве …… PIK	1.79	4.0
Максимальное давление цикла, МПа …….. PZ	8.5	19.0
Потери давления в ОНВ, МПа …… DPX	0.005	0.005
Понижение температуры в ОНВ, С …….. DTX	40.0	140.0
КПД: нагнетателя …… SK	0.81	0.84
турбины …….. ST	0.75	
Результатырасчетов		
ЭФФЕКТИВНЫЕ: СРЕДНЕЕ ДАВЛЕНИЕ, МПа	1.0081	**2.5805**
МОЩНОСТЬ, кВт	≈ 1154	**≈ 3840**
УД. РАСХОД ТОПЛИВА, г/(кВт·ч)	213.4	**193.0**

Далее приведены диаграммы теоретических циклов Тринклера, расчет которых выполнен по программе DIZDN [8] для серийного дизеля 6ЧРН 36/45 (Г74) [6] и форсированного варианта дизеля 6ЧН 36/45.



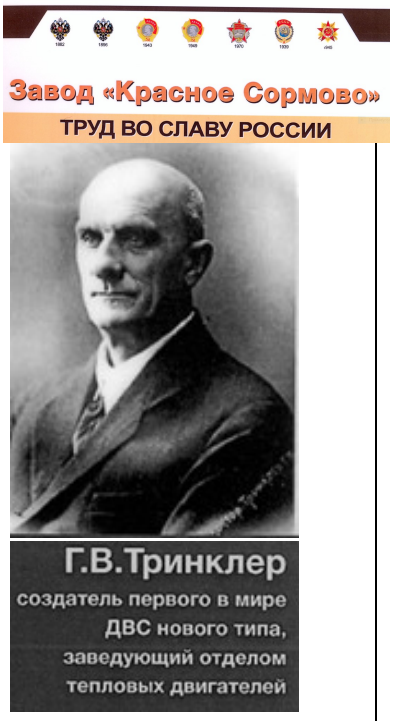


Рис. 1. Расчетные диаграммы теоретических циклов Тринклера для судовых дизелей [8]:
——— серийный дизель 6ЧРН 36/45 (Г74) производства ОАО «РУМО» [6];
– – – форсированный вариант дизеля 6ЧН 36/45.

Библиографический список

1.ДИЗЕЛЬ-РЕДУКТОРНЫЙ АГРЕГАТ ДРА-Г74 [Текст]: тип 6ЧРПН 36/45 мощностью 1500 л.с. при 500 об/мин, 1977г. Предназначен для установки на суда в качестве главного двигателя с передачей мощности на гребной винт через понижающий редуктор. Состоит из дизеля Г74 и редуктора Г81/ Нижний Новгород, музей АО «РУМО», 2025 г.

2.ДИЗЕЛЬ Г95 [Текст]: тип 6ЧРН 36/40 мощностью 2750 л.с. при 550 об/мин, 1978г. Предназначен для работы в качестве главного двигателя в составе дизель-редукторных агрегатов на судах / Нижний Новгород, музей АО «РУМО», 2025 г.

3.Дизель 5003 [Текст]: тип 6ЧН 36/40 мощностью 3000 л.с. при 600 об/мин, 1995 г. Предназначен для привода генератора переменного тока СГСБ 2000 кВт / Нижний Новгород, музей АО «РУМО», 2025 г.

4. Российский Морской Регистр Судоходства. Правила технического наблюдения за постройкой судов и изготовлением материалов и изделий для судов. Том2, Часть IV «Техническое наблюдение за изготовлением изделий», *ПРИЛОЖЕНИЕ 6*, стр. IV-103. – Санкт-Петербург, 2019 г.

5. Захаров Л.А.Лекции по дисциплине «Современные энергетические технологии» [текст]: раздел 2. Среднеоборотные поршневые и комбинированные ДВС/НГТУ имени Р.Е. Алексеева, каф. «ЭУ и ТД», 2016 г.,18-30 с.

6. Поршневые двигатели и агрегаты на их базе [Текст]: каталог изделий, выпускаемых ОАО «РУМО» / Нижний Новгород, 2009. – 30 с.

7. Судовые главные двигатели. судовые дизель генераторные установки [Текст] : каталог изделий, выпускаемых NingboC.S.I. Power&MachineryGroupCo., Ltd./ Китай. – 24 с.

8. Abalyaev, A.Y., Gavrilov, A.A., Gots, A.N. (2022). The Algorithm of Calculation of the Four-Stroke Turbocharged Diesel Engine Cycle Using the Compressor Efficiency Map. In: Radionov, A.A., Gasiyarov, V.R. (eds) Proceedings of the 7th International Conference on Industrial Engineering (ICIE 2021). ICIE 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85233-7_73

УДК 621.444.3

КАЛИНИН Л.С., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОМЕЖУТОЧНОГО НАПРАВЛЯЮЩЕГО АППАРАТА ДЛЯ МАЛОРАЗМЕРНОЙ ПНЕВМАТИЧЕСКОЙ ТУРБИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В устройстве, преобразующем поток сжатого воздуха в момент на валу, преобразующим элементом является рабочее колесо. Для обеспечения работы колеса необходим промежуточный направляющий аппарат (ПНА), который перенаправляет поток воздуха на 180 градусов с одной стороны колеса на рабочие лопатки с другой стороны колеса.

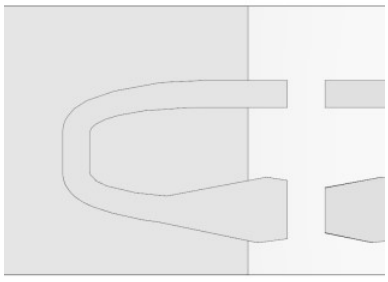


Рис.1. Канал ПНА

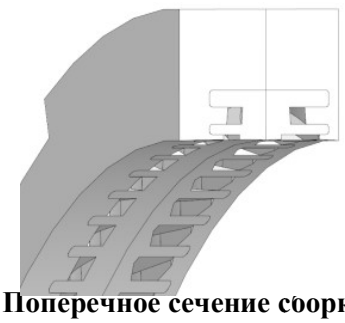


Рис.2. Поперечное сечение сборки ПНА

Спроектированная модель ПНА должна выполнять свою функцию, быть пригодной для создания при помощи 3Д печати, оказывать как можно меньшее влияние на воздушный поток. Для осуществления разворота потока спроектирован канал (Рис.1), размеры которого в поперечном сечении (Рис.2) схожи с размерами поперечного сечения сопла рабочего колеса.

Геометрическое расположение каналов в ПНА должно быть таковым, чтобы воздушный поток как можно реже «упирался» в промежуточную стенку между двумя каналами. При уменьшении этого расстояния возникают две проблемы: недостаточные прочность и жёсткость стенки между двумя каналами и технологические ограничения в точности печати на 3Д принтере. Таким образом, принято решение ограничиться количеством в 90 каналов, расположенных осесимметрично. Длина пролёта составила 2,33 мм. Поверхности канала должны быть выполнены как можно чище для меньшего влияния на воздушный поток. Качественная печать такой геометрии за один цикл усложнена в связи со сложностью геометрии. Исходя из этого, геометрия разделена на четыре части: две внутренние (Рис.3), две внешние (Рис.4). Внутренняя часть вставляется во внешнюю, и обе сборки склеиваются (Рис.2).

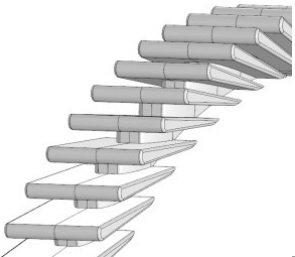


Рис.3. Внутренние части соорного ПНА



Рис.4. Внешние части соорного ПНА

Для обеспечения согласованности плоскостей канала на внешнем диаметре внешних составляющих ПНА предусмотрены направляющие пазы. Для повышения качества и точности печати элементы рёбер (Рис.3) и пазов (Рис.4) выполнены со скруглением.

1.Варсеев, Д.Н. Сравнительный анализ осевых и радиальных пневматических малоразмерных турбин. / Д.Н. Варсеев, С.Н. Хрунков, А.В. Павлов // Транспортные системы. 2024. № 4(34). С. 37-42.

УДК 629.5

КОСТЮК А.А. КРАЙНОВ А.А.

РАЗРАБОТКА СХЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫМ СПАСАТЕЛЬНЫМ ПЛАВАТЕЛЬНЫМ СРЕДСТВОМ

МАОУ СШ №8 г. Кстово,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разрабатываемое устройство относится к классу беспилотных водных устройств и предназначено для помощи утопающим, для доставки их к берегу. В ходе разработки принято решение установить в беспилотнике два независимо работающих мотора, способных вращаться в разные стороны благодаря контроллерам скорости, что позволит достигнуть максимальной маневренности.

Электронная система управления – совокупность контрольно-замерных приборов (датчиков уровня, давления, температуры, спидометров); электронных конструкций управления, получающих, обрабатывающих и передающих сигналы; исполнительных механизмов и разных переходных звеньев.

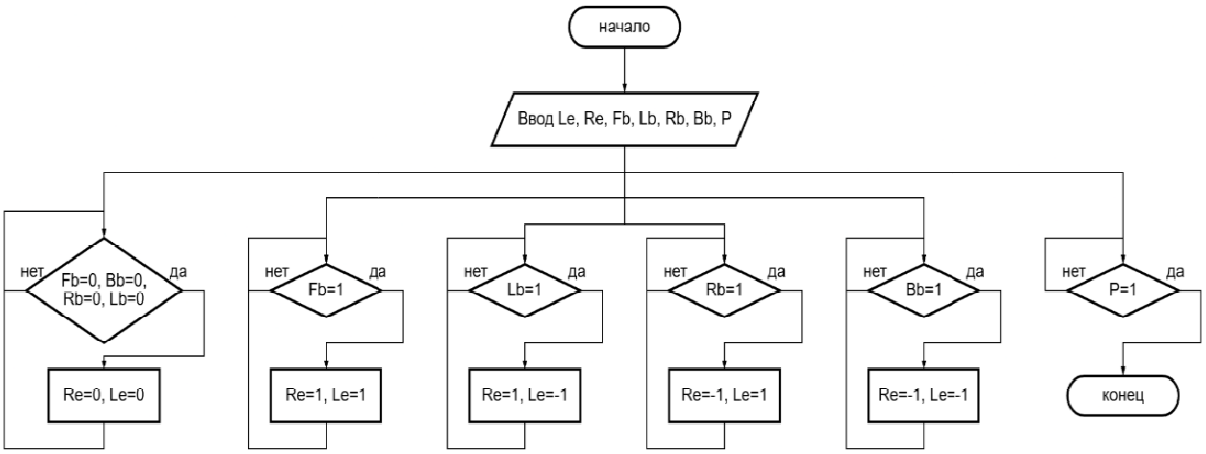


Рис. 1. Блок-схема алгоритма управления

В роли управляющей платы выступит Arduino UNO, запитанная от литий-ионных батареек, подключённая к приёмнику/ресиверу радиосигнала и к двум контроллерам скорости мотора. В ней будет содержаться программа управления аппаратом. Связь БСПС с пультом управления будет осуществлена с помощью bluetooth/Wifi-модуля, в дополнение к 4G/5G связи.

Разработанная блок-схема (рис. 1) отражает несколько циклических условий, в зависимости от выполнения которых беспилотное плав средство будет двигаться в соответствии с посылаемым ему командами. Отсутствие взаимодействия с пультом управления останавливает моторы. При нажатии кнопки питания программа выключается.

Значения переменных, равные 1, 0, -1 соответственно означают включение моторов на полную мощность, остановку, включение на полную мощность в обратном направлении.

Предлагаемая блок-схема управления имеет следующие преимущества:

- простота конструкции (отсутствует необходимость установки заслонок, которые бы направляли реактивный поток воды в сторону, противоположную повороту БСПС)
- несложный алгоритм работы электронной системы управления, который не требует больших вычислительных мощностей (достаточно системы ArduinoUNO).

1. https://seaships.ru/index.htm - сайт о судах и кораблях.

УДК 629.5

КОСТЮК Т.А. КРАЙНОВ А.А.

КОНЦЕПЦИЯ БЕСПИЛОТНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО ПЛАВАТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА

МАОУ СШ №8 г. Кстово,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

По печальной статистике ГУ МЧС России по Нижегородской области за первый месяц лета 2024 года произошло 35 несчастных случаев на водоемах. А первая неделя июля 2024г стала рекордной – 16 случаев [2]. На наш взгляд, улучшить статистику помогут системы мониторинга пляжей и береговых линий с помощью воздушных дронов. Но дрон позволяет всего лишь наблюдать за пляжем или местом купания и, в случае необходимости доставить спасательный круг. Доставка спасательного круга с помощью летающего дрона для ус-

тавшего и испуганного потерпевшего сможет ему помочь, но не всегда. Часто требуется помощь в транспортировке до берега. Иногда, при отсутствии спасателей, готовы прийти на помощь другие отдыхающие, но проблема в том, что - при спасении утопающего непрофессиональный спасающий сам рискует утонуть. Идеей для решения этой проблемы может стать использование скоростного беспилотного спасательного средства на дистанционном управлении, так как в этом процессе спасающий физически не контактирует с утопающим и находится в полной безопасности.

Таким образом, одной из **актуальных задач** является создание высокоскоростного беспилотного индивидуального спасательного средства, управляемого оператором с берега, оснащенного камерой наблюдения, системой сигнализации для определения местоположения.

Целью исследования: является изучение возможности создания и использования беспилотного индивидуального плавательного средства на водоемах для оперативного спасения людей.

В соответствии с целью были выполнены следующие действия:

- изучено состояние вопроса в области использования БСПС;- Определены требования для индивидуального беспилотного спасательного плавательного средства
- выбрана оптимальная принципиальная схема (рис. 1).

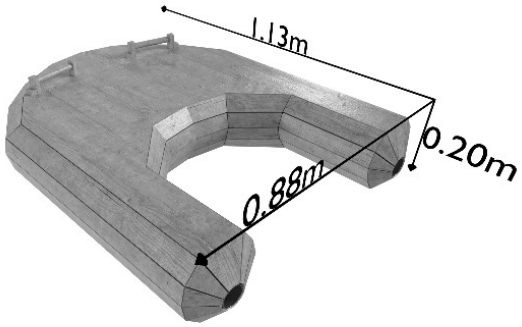


Рис. 1. Индивидуальное беспилотное плавательное спасательное средство

Библиографический список

1. https://travel.mts.ru/media/marshruty/gde-kupatsya-i-zagorat-v-nizhnem-novgorode?utm_referrer=https%3A%2F%2Fyandex.ru%2F
2. https://newsnn.ru/news/2024-07-08/stalo-izvestno-skolko-chelovek-utonulo-v-nizhegorodskoy-oblasti-za-leto-5132696

УДК 621.444.3

МУРАВЬЕВ И.М., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ РАБОЧЕГО КОЛЕСА МАЛОРАЗМЕРНОЙ ТУРБОМАШИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В данной работе рассматривается разработка колеса турбомашины, предназначенного для генерации вращательного момента за счет энергии поступающего воздушного потока. При проектировании были решены такие проблемы, как: выбор формы и расположения лопаток, обеспечивающих максимальный крутящий момент; учет ограничений, связанных с необходимостью печати колеса на 3Д-принтере.

Проектирование велось на основе метода обобщенного прототипа, за основу бралась модель рабочего колеса турбомашин, разработанных на кафедре «ЭУиТД». В соответствии с задачей получения максимального крутящего момента на валу, сопло расположено на максимально возможном расстоянии от оси вращения, что увеличивает плечо приложения силы. Диаметр колеса подобран с учетом ограничений по габаритам турбомашины, а количество лопаток выбрано исходя из эффективного использования габаритов колеса. 3Д-модель разработанного колеса представлена на рис.1, *а*.

При разработке колеса были учтены особенности 3Д печати, а именно необходимость использования поддержек при печати объектов сложной формы. Так как поддержки необходимо механически удалять после завершения печати, что может привести к повреждению конструкции, а также изменению параметров потока. В соответствии с этим, геометрия была продумана, таким образом, чтобы минимизировать их использование.

Для оценки прочности колеса проведен анализ в программном комплексе методом конечных элементов. Расчет проводился при нагрузке от скорости вращения диска равной 8000 об/мин. На рис.1, *б* представлено распределение эквивалентных напряжений по Мизесу.

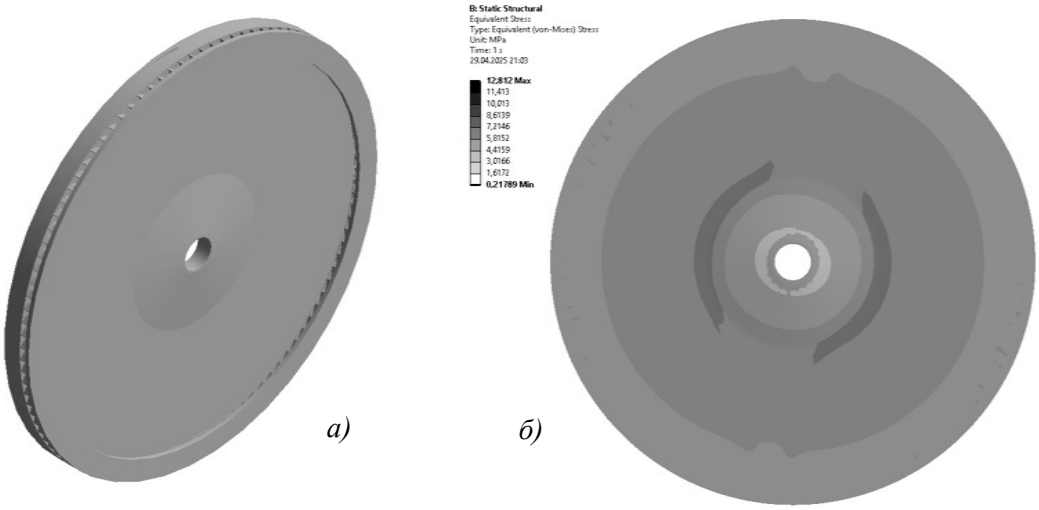


Рис.1. Модель турбинного колеса:
а) 3Д модель колеса, б) Распределение напряжений по Мизесу

Разработанное колесо турбомашины, обеспечивает эффективное преобразование энергии воздушного потока во вращательный момент на валу.

1. Варсеев, Д.Н. Сравнительный анализ осевых и радиальных пневматических малоразмерных турбин / Д.Н. Варсеев, С.Н. Хрунков, А.В. Павлов // Транспортные системы. 2024. № 4(34). С. 37-42.

УДК 621.444.3

НАСТАШЕНКО А.М., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ КОРПУСА МАЛОРАЗМЕРНОЙ ТУРБИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Применение турбин широко распространено в современном мире. Турбомашина – роторное лопаточное устройство непрерывного действия, в котором рабочее тело (воздух, продукты сгорания, пар) движется в межлопаточных каналах, осуществляя преобразование энергии в результате взаимодействия с поверхностью лопаток. Турбомашины делятся на два типа – турбины (вырабатывают механическую энергию) и компрессоры (потребляют механическую энергию). Задача состоит в проектировании турбины, преобразующей поток

воздуха в крутящий момент на вал, превращающей кинетическую энергию воздуха в механическую энергию на валу. Одним из основных элементов турбины, обеспечивающий достижение необходимых параметров, является её корпус. В ходе работы необходимо было спроектировать корпус.

Конструкция представляет собой усечённый конус (рис.1, *а*). Вал крепится к корпусу с помощью подшипников. На внутренней стороне корпуса есть выступ, за счёт которого происходит монтаж вала в корпус. Подшипник является точкой опоры, как спереди корпуса, так и сзади. На вал прессуются подшипники, и внешней обоймой подшипника происходит упор в выступ спереди с помощью байонетного соединения.

Задняя часть корпуса обеспечивает место для подвода воздуха под давлением (компрессор). Также в задней части корпуса есть выемка для регулятора воздуха и уплотнительного кольца (рис.1, *б*).

Устройство должно крепиться к фундаменту, а значит предусмотрены спереди и сзади две съёмные опоры, закреплённые с помощью байонета. Место монтажа опор и фундамента оснащено пазами. Проушины выполнены в виде пазов с целью более точного закрепления турбины на месте монтажа. Закрепление будет болтовым соединением.

В задней части корпуса есть пазы, расположенные по окружности, препятствующие самостоятельному повороту байонетного соединения и поворотно-направляющего аппарата (ПНА) относительно корпуса.

В корпусе присутствуют продольные отверстия для выхода отработавших газов. Отверстия оснащены рёбрами жёсткости для обеспечения цельной конструкции. Деталь корпуса полая, что позволяет облегчить конструкцию, не теряя общей жёсткости (рис.1, *в*).

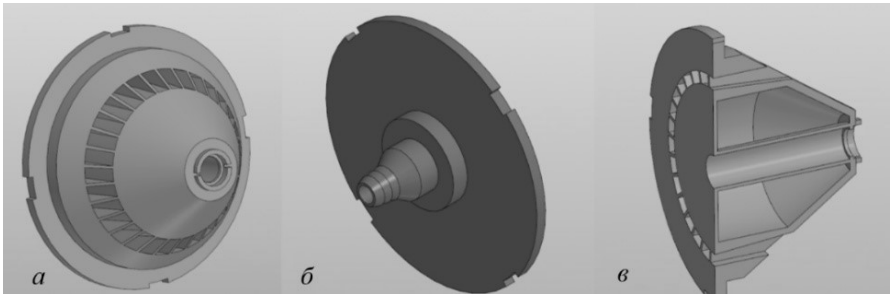


Рис.1. Конструкция корпуса малоразмерной турбомашины:
а – вид передней части турбины, *б* – вид задней части турбины, *в* – сечение передней части турбины.

Таким образом, в ходе проектирования корпуса турбины выполнены необходимые условия для соблюдения необходимой прочности и герметичности.

1.Варсеев, Д.Н. Сравнительный анализ осевых и радиальных пневматических малоразмерных турбин. / Д.Н. Варсеев, С.Н. Хрунков, А.В. Павлов // Транспортные системы. 2024. № 4(34). С. 37-42

УДК 621.444.3

РЯБОВА А.А., ВАРСЕЕВ Д.М.

ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ КОРПУСНОГО СОЕДИНЕНИЯ МАЛОРАЗМЕРНОЙ ТУРБИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

При создании устройства для преобразования энергии сжатого воздуха во вращающий момент на валу, главной поставленной задачей было соединить три детали, напечатанные на 3Д-принтере. Такие как крепление подшипников к корпусу, крепление задней части корпуса к основной части корпуса и крепление основания.

В связи с особенностями используемого 3Д-принтера, точность печати резьбового соединения была бы недостаточной, поэтому было принято решение использовать байонетное соединение для улучшения прилегания деталей. Байонетное соединение – быстро выполняемое соединение деталей посредством осевого перемещения и поворота (иногда бокового смещения) одной из них относительно другой.

В нашем случае у нас два байонетных соединения. Для них мы разбиваем исходные детали на более легкие.

Чтобы закрепить подшипник, в корпусе делаем углубление, а в байонетном соединении (рис.1, *а*) делаем такой радиус, чтобы упирался в наружную обойму подшипника. Такое соединение служит для поддержания корпуса. Второе байонетное соединение (рис.1, *б*) обеспечивает:

- сборку передней части корпуса с задней частью корпуса;
- замкнутый контур внутри устройства;
- закрепляет ПНА-устройство (Промежуточный Направляющий Аппарат)

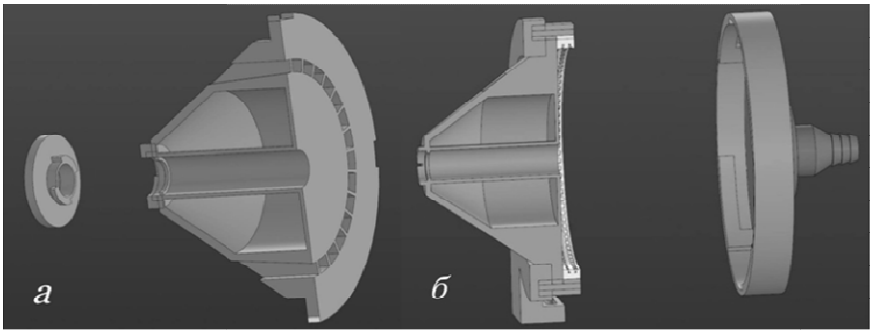


Рис.1. *а)*байонетное соединение передней части корпуса, *б)*байонетное соединение задней части корпуса

В заключении можно сказать, что, благодаря байонетному соединению скрепление деталей выполняется быстро и надежно. С поставленной задачей справились.

1. Варсеев, Д.Н. Сравнительный анализ осевых и радиальных пневматических малоразмерных турбин. / Д.Н. Варсеев, С.Н. Хрунков, А.В. Павлов // Транспортные системы. 2024. № 4(34). С. 37-42.

УДК 629.5

КОЛПАКОВ И.М., КРАЙНОВ А.А.

РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПИАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ СТАБИЛИЗАЦИИ ДЛЯ БЕСПИЛОТНОГО СПАСАТЕЛЬНОГО ПЛАВАТЕЛЬНОГО СРЕДСТВА

МАОУ СШ №8 г. Кстово,
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разрабатываемое устройство относится к классу беспилотных водных устройств и предназначено для помощи утопающим, для доставки их к берегу. В процессе спасения утопающий нагружает заднюю часть беспилотного аппарата, что изменяет направление вектора выброса воды движителями, увеличивает крен и уменьшает непотопляемость индивидуального беспилотного спасательного плавательного средства. В ходе разработки концепции плав средства было принято решение использовать систему стабилизации.

В работе приведены способы выравнивания крена полноразмерных плавательных аппаратов при движении [1].

Рациональным, по мнению авторов, решением для стабилизации, которое минимально повлияет на характеристики беспилотного спасательного плавательного средства, является использование мощности его моторов путем изменения направления векторов движения воды, исходящей из сопла. Внедрение датчика угла наклона относительно поверхности воды – акселерометра, динамические формы сопел могут помочь компенсировать проблему.

Кормовая часть беспилотника при спасении утопающего будет подтопляться, так как масса спасаемого во много раз больше массы беспилотника. А значит нужно использовать моторы не только для перемещения беспилотника в пространстве, но и для создания подъемной силы.

Для создания моторами подъемной силы необходимо сделать наклоняемое сопло. Оно будет изменять направление вектора движения воды. Так как в зависимости от массы человека, нужно будет по-разному наклонять сопла, необходимо знать в какой момент беспилотник будет находиться в ровном положении относительно поверхности воды, а значит нужно узнать угол наклона. Для того, чтобы узнать угол наклона в беспилотник нужно установить акселерометр.

Чтобы понять, насколько беспилотное спасательное плавательное средство эффективно, необходимо выяснить какую подъемную силу могут создать моторы.

1. https://seaships.ru/index.htm - сайт о судах и кораблях.

УДК 62-77, 621.7-5, 621.7.08

ФЕДОСОВА Е.Д., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ВНЕДРЕНИЯ ПРЕДИКТИВНОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ В СУДОВЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВКАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Судовые энергетические установки (СЭУ) играют ключевую роль в обеспечении безопасности и эффективности. Надежность этих систем напрямую влияет на эксплуатационную готовность судна, выполнение его задач, а также на минимизацию рисков для экипажа, груза и окружающей среды. Необходимо повышать надежность оборудования и сокращать время простоя, что в свою очередь ведет к повышению общей эффективности и конкурентоспособности судовой компании. Переход от традиционного обслуживания к предиктивному с использованием технологий интернета вещей представляет собой значительный шаг вперёд в управлении ресурсами и повышении эффективности.

Предиктивное обслуживание заключается в применении данных и алгоритмов для прогнозирования потенциальных неисправностей или необходимости в обслуживании на основе реального состояния оборудования. Это позволяет предотвратить сбои и оптимизировать затраты на обслуживание. Интернет вещей - сеть физических устройств, оснащённых датчиками и программным обеспечением, которые могут собирать и обмениваться данными. Это позволяет собирать информацию о состоянии и производительности оборудования СЭУ в режиме реального времени.

Проведя сравнительный анализ обоих методов, можно выделить преимущества и недостатки каждого из них. Традиционный метод обслуживания прост в реализации, требует низких первоначальных инвестиций, имеет большой опыт применения, а также не требует высоких технологий и сложного программного обеспечения. Недостатками этого метода являются низкая эффективность, недостаточная предсказуемость поломок оборудования, поте-

ря ресурсов из-за обслуживания механизмов, не нуждающихся в ремонте, также риск сбоев в работе СЭУ может быть выше, так как некоторые проблемы могут оставаться незамеченными до следующего запланированного обслуживания. Предиктивный метод увеличивает время работы оборудования, обеспечивает целенаправленное использование ресурсов, поддерживается современными технологиями и аналитическими инструментами, снижает риск аварий благодаря заблаговременному выявлению потенциальных проблем. Минусами данного способа являются высокие первоначальные инвестиции, сложность внедрения, необходимость квалифицированного персонала, зависимость от качества данных, собранных с оборудования, риски киберугроз.

Предиктивное обслуживание уже имеет опыт применения в России. Одним из таких примеров является Смоленская АЭС, где с помощью информационной системы упростили многие эксплуатационные процессы. Сокращение среднего времени проведения обходов для проверки оборудования составило 50 минут на один обход, что значительно снизило трудоемкость работы персонала.

Предиктивное обслуживание СЭУ является мощным инструментом, позволяющим внедрять проактивный подход к эксплуатации и управлению системами. Он позволяет минимизировать риски, связанные с отказами, и значительно улучшать эксплуатационные характеристики оборудования. На практике его успешная реализация требует интеграции современных технологий сбора и анализа данных.

1. Четвертая промышленная революция // Энергия разума. — 2016. — № 2. — С. 17.

УДК 621.039.534.3:629.5

ФЕДОСОВА Е.Д., КАЛИНЧЕВ М.В.

СХЕМНО-КОНСТРУКТИВНОЕ РЕШЕНИЕ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ГАЗОУДАЛЕНИЯ ИЗ СИСТЕМЫ ОЧИСТКИ И РАСХОЛАЖИВАНИЯ АТОМНОЙ ПАРОПРОИЗВОДЯЩЕЙ УСТАНОВКИ

АО «ОКБМ Африкантов»

В атомной паропроизводящей установке (ППУ) судов используется газовая система компенсации давления (СКД). Система очистки и расхолаживания (СОиР) предназначена для поддержания показателей качества теплоносителя (тн) 1-ого контура, а также отвода остаточных тепловыделений от активной зоны в режимах останова. В процессе обмена тн между первым контуром и СКД происходит насыщение тн растворенным газом.

При расхолаживания контура для вывода установки из действия снижается давление. Вследствие этого, насосы СОиР, расположенные в геометрически верхних точках, подвергаются выделению газа.

Насос СОиР обеспечивает расхолаживание ППУ, поэтому при снижении температуры он должен работать бесперебойно. При выделении газа под верхней крышкой насоса возможен выход его из строя. В связи с этим работа насоса при отсутствии воды под верхней крышкой не допускается и блокируется автоматикой.

Задача отвода газа из-под крышки насоса может быть решена с помощью эжектора типа сопла Вентури. Эжектор необходимо установить на напоре насоса (рис. 1). Подсоединив к эжектору трубопроводы удаления газа из-под верхних крышек насосов СОиР, мы обеспечили работу насосов. Недостатком этого решения является большое гидравлическое сопротивление сопла, возможность работы только при постоянном расходе.

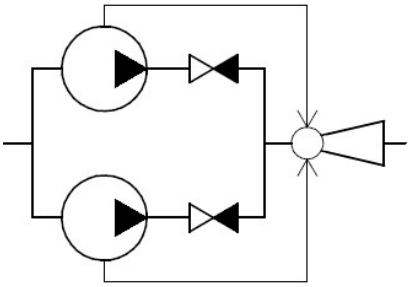


Рис.1. Схема размещения оборудования в СОиР

Подобные схемы решают вопрос работы СОиР на ППУ судов и рекомендуются к применению в перспективных установках судов.

Библиографический список

1. Кузнецов, В.А. Судовые ядерные энергетические установки / В.А. Кузнецов // Л.: Судостроение., Москва, 1989, – 256 с.
2. Конспект лекций по дисциплине «Центробежные насосы и арматура разработки ОКБМ» // НГТУ им. Р.Е. Алексеева ИЯЭиТФ. 2009

УДК 621.444.3

ЦАРЕВ А.А., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ПРИМЕНЕНИЕ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГА ДЛЯ МИКРОТУРБИННОГО ПРИВОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время набирает популярность реверс-инжиниринг. Реверс-инжиниринг (обратный инжиниринг) – это процесс анализа готового изделия с целью изучения его конструкции, принципов работы, материалов и технологий изготовления, для воссоздания технической документации и цифровой модели. Для решения этой задачи используются трехмерные сканеры, обеспечивающие высокоточный захват геометрии, и специализированное программное обеспечение, используемое для анализа и обработки облака точек, полученных путём трехмерного сканирования. Целью работы является получение 3д модели путем трехмерного сканирования.

Объект сканирования (рис.1, *а*, *б*) представляет собой механически обработанное изделие, имеющее глянцевую (отражающую) поверхность, что усложняет процесс сканирования, так как лазер сканера отражается (искажается) от стенок изделия, поэтому поверхность микротурбины была заматирована.

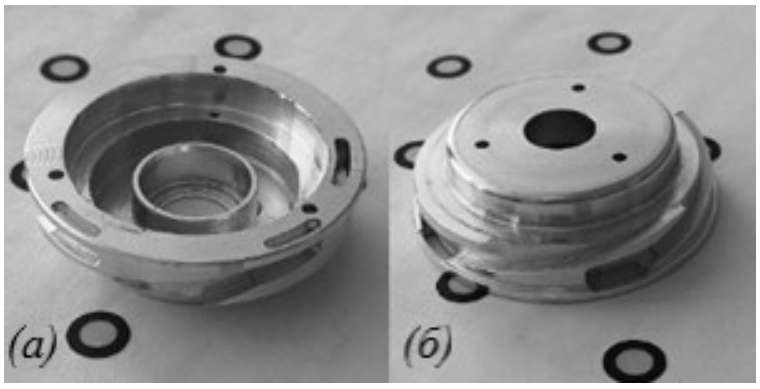


Рис.1 Микротурбина, расположенная на поле точек:
а) лицевая сторона б) тыльная сторона

Процесс сканирования состоит из нескольких этапов. Первый этап является подготовительным, он включает в себя подключение и прогрев трехмерного сканера, а так же калибровка лазеров и положение сканера в пространстве. Второй этап включается в себя процесс сканирования поля точек, для определения модели в пространстве и последующего сканирования модели с лицевой и тыльной стороны.

Для захвата основной геометрии сканирование осуществлялось при помощи всех четырех лазеров с яркостью лазера 30-50%. Захват более мелких канавок и отверстий производился одним лазером яркостью 10-30%, что позволяло сканировать модель под меньшими углами.

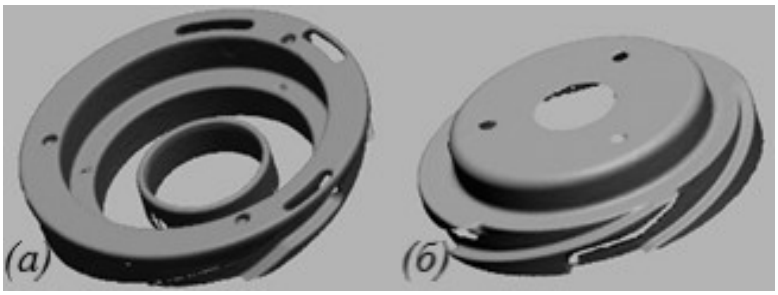


Рис 2. Цифровые копии микротурбины:
а) лицевая сторона б) тыльная сторона

По итогу сканирования удалось получить сканы лицевой и тыльной стороны изделия (рис. 2, *а*, *б*). При анализе полученных цифровых копий модели, можно заметить слепые зоны (участки, которые сканер не видит из-за ограничений угла обзора или препятствий). Их можно устранить путём досканирования модели или путём достраивания недостающих участков в специализированном программном обеспечении.

УДК 629.5.035

ШЕРЕМЕТОВА Е.Ю., ПАВЛОВ А.В., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ОСОБЕННОСТИ ПОИСКА ДИСКОВОГО ОТНОШЕНИЯ ПРИ РЕВЕРС-ИНЖИНИРИНГЕ ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В актуальной экономической обстановке поставка запасных частей для двигательно-движительного комплекса (ДДК) маломерных судов зарубежного производства затруднительна и влечет за собой значительные экономические издержки. Руководствуясь данным фактом, в целях импортозамещения элементов энергетических установок (ЭУ), при организации мелкосерийного производства все чаще используется реверс-инжиниринг и аддитивные технологии. В данной работе изложены особенности поиска технических характеристик двухлопастных гребных винтов на основе трехмерных моделей, полученных в процессе реверсивного инжиниринга, в условиях отсутствия рабочей конструкторской документации (РКД).

Реверс-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 [2].

Для получения РКД рассматриваемого изделия, полученная модель должна быть параметрической, а для анализа характеристик и степени соответствия прототипа оригиналу

необходимо располагать определенным множеством технических данных. Одной из подобных характеристик, прямым образом влияющих на геометрию лопасти, является дисковое отношение гребного винта – это отношение суммы площадей спрямленных поверхностей лопастей гребного винта к площади гидравлического сечения винта [3].

Для вычисления дискового отношения, необходимо построить спрямленный контур лопасти. Для этого следует импортировать полученную модель и спозиционировать таким образом, чтобы рабочая поверхность лопасти была параллельна одной из рабочих плоскостей CAD-программы, получив контуры фронтального и бокового видов, выполняется построение проецирующих кривых. Затем, при использовании вспомогательных эскизов и плоскостей, следует построить сечения лопасти с шагом 0,1 от радиуса гребного винта перпендикулярно оси вращения. Данный этап подготовки модели выполняется проецированием радиальной поверхности усеченной кромки лопасти на плоскости сечений. На каждом сечении необходимо измерить угол, на который данное сечение будет поворачиваться при построении спрямленного контура.

Соединив сплайновыми линиями каждое сечение, был получен спрямленный контур лопасти, на основе которого создана поверхность и подсчитана её площадь. Обладая сведениями о площади спрямленного контура, был произведен расчет дискового отношения гребного винта, которое составило 0,32 для рассматриваемого образца.

Библиографический список

1. Кугаевский, С. С. Реверс-инжиниринг и быстрое прототипирование в машиностроении: учебно-методическое пособие / С. С. Кугаевский / – Екатеринбург : Издательство Уральского университета, 2023. – 98 с.

2. Павлов, А. В. Применение технологии реверс-инжиниринга и быстрого прототипирования движителей маломерных судов / А. В. Павлов, С. Н. Хрунков, Д. Н. Варсеев, Д. А. Двинин // Транспортные системы. 2024. №4(34). С.18-27.

3. Басин, А. М. Руководство по расчету и проектированию гребных винтов судов внутреннего плавания / под ред. А.М. Басина, Е.И. Степанюка – Л.: Транспорт, 1977. – 268 с

УДК 629.5.036

ШИШОВ Е.С.

СРАВНЕНИЕ ВОДОМЕТНЫХ ДВИЖИТЕЛЕЙ С НАСОСАМИ ОСЕВОГО И СМЕШАННОГО ТИПА

Нижегородский технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водометный движитель (ВД) представляет собой пропульсиное устройство, предназначенное для обеспечения движения судна путем выброса реактивной струи воды. Эффективность работы ВД в большей степени зависит от конструкции и типа используемого насоса, наиболее часто применяются насосы осевого и смешанного (диагонального) типа. Следует отметить, что в большинстве отечественных ВД используется осевые рабочие колеса, а за рубежом (США, Швеция, Новая Зеландия) преимущественно применяются насосы с диагональным рабочим колесом [1].

Следует выделить основные различия между этими двумя типами насосов. Осевые – придают ускорение жидкости вдоль оси вращения рабочего колеса. Вода через водозаборник поступает параллельно оси вала к рабочему колесу и выходит через сопло также параллельно ей. Такая конструкция обеспечивает более равномерное движение потока, с малой турбулентностью. Следует выделить простоту, меньшие размеры конструкции и малую стоимости изготовления. Бóльшая эффективность работы на низких скоростях хода. Насосы смешанного типа сочетают в себе элементы центробежных и осевых насосов. Поток перекачиваемой

жидкости в такой конструкции протекает под некоторым углом к оси вращения рабочего колеса. На высоких скоростях хода эффективность работы выше, чем у осевых. Основным недостатком является сложная конструкция и бóльшие габариты [2].

Целью работы является определение параметров работы ВД с насосами вышерассмотренных конструкций с использованием средств вычислительной гидродинамики. Для этого были разработаны модели водометных движителей (рис. 1) с одинаковыми водозаборниками, равным числом лопастей рабочего колеса и спрямляющего аппарата, равной площади лопастей. Численное моделирование производится при равных условиях: скорости хода, частоте вращения рабочего колеса.

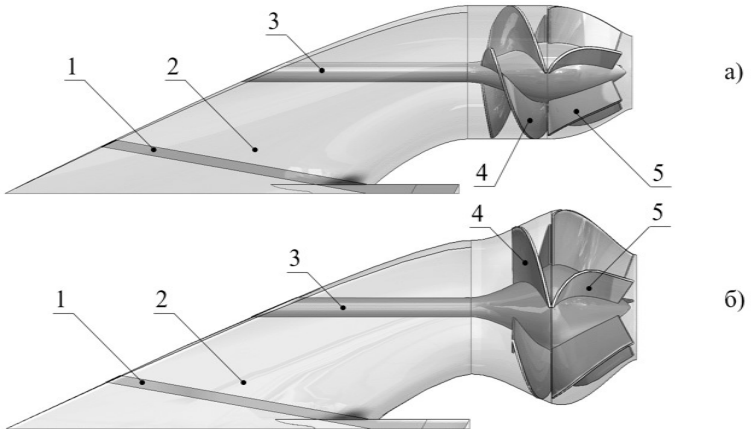


Рис. 1. Модели ВД с насосом осевого (*а*) и смешанного (*б*) типа: 1 – защитная решетка; 2– водозаборник; 3 – гребной вал; 4 – рабочее колесо; 5 – сопло с спрямляющим аппаратом

Библиографический список

1.Хорхорин, Е.Г. Стационарные водометы. Справочник [Текст] / Е.Г. Хорхорин. – М.: «Издательский Дом Рученькиных», 2004 – 160 с.

2. Mixed-flow vs Axial-Flow and understanding the benefits and advantages of both [Электронныйресурс] // Режимдоступа https://marinejetpower.com/faqs/mixed-flow-vs-axial-flow-and-understanding-the-benefits-and-advantages-of-both/ (датаобращения 20.04.2025).

Подсекция 5.3

Прочность, надежность и ресурс конструкции

УДК 539.3

ЕРМАКОВ Я.Д.[1], ЕРОФЕЕВ В.И.[1,2]

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ПРОДОЛЬНЫХ ВОЛН В СТЕРЖНЕ ФОЙХТА – КЕЛЬВИНА

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 эквивалентным 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 [2] – последовательно, в модели Фойхта-Кельвина [3] – параллельно. Стержень, материал которого подчиняется закону деформирования среды Фойхта-Кельвина, принято называть стержнем Фойхта-Кельвина [3]. 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 Фойхта-Кельвина 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: в низкочастотном диапазоне она распространяется практически без дисперсии и потерь, а в высокочастотном диапазоне обладает ярко выраженной частотно-зависимой диссипацией и дисперсией, пропорциональными квадратному корню от частоты; с увеличением коэффициента диссипации дисперсия продольных волн начинает проявляться в более низкочастотном диапазоне.

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. Продольная волна, распространяющаяся в вязкоупругом по модели Максвелла стержне. Часть 1. Анализ дисперсионных характеристик и частотно-зависимого затухания при решении краевых задач / Ерофеев В.И., Ермаков Я.Д., Котов В.Л. // Проблемы прочности и пластичности. 2025. Т.87. № 1. С.5-13.
3.Ерофеев, В.И. Волны в стержнях. Дисперсия. Диссипация. Нелинейность / Ерофеев В.И., Кажаев В.В., Семерикова Н.П. – М.: Физматлит. 2002. 208 с.

УДК 621.039

КРУГЛОВ М.С., БУРМИСТРОВ И.В., ЕРЕЕВ М.Н., КОЗИН А.В.

РАСЧЕТНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВИБРОПРОЧНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ ТРАНСПОРТНЫХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК

АО «ОКБМ Африкантов»

Трубопроводы широко применяются во многих областях современной техники, в том числе и в атомной энергетике. К трубопроводам транспортных РУ, как и ко всему оборудованию энергетического комплекса, предъявляются жесткие требования по надёжности и безопасности. Одним из предъявленных требований является обеспечение вибропрочности, для которого необходимо исключить резонансные явления, отстроив собственные частоты трубопроводов от частот внешнего воздействия. Одной из проблем, возникающих при определении собственных частот трубопроводов, во время проведения компьютерного моделирования на стадии проектирования, является учет фактических жесткостных характеристик опор, появляющихся только на стадии монтажа.

Обоснование вибропрочности трубопроводов РУ проводится с применением программы для ЭВМ «RANT–1» [1], предназначенной для проведения расчетов на прочность трубопроводных систем широкого назначения. Реализованные в программе для ЭВМ подходы при анализе статической прочности, вибропрочности и реакции на динамические воздействия соответствуют нормативным требованиям [2, 3], действующим в отрасли при проектировании трубопроводов атомной техники.

На стадии монтажа трубопроводов проводится контроль вибрационных характеристик в части проверки требований отстройки трубопроводов от заданных частот внешних воздействий с учетом фактического изготовления и монтажа.

В докладе представлено расчетное обоснование на примере трубопровода системы газоудаления РУ РИТМ–200 универсального атомного ледокола проекта 22220, где в качестве детерминированной частоты возбуждения принималась максимальная частота вращения гребных винтов универсального атомного ледокола.

Библиографический список

1. Программа для ЭВМ «RANT-1». Расчет трубопроводов с нелинейными опорами на статическую прочность, вибропрочность и динамические воздействия (№324 – регистрационный номер паспорта аттестации ПС от 23.07.2024 г.)
2. НП 054-04 Нормы расчета на прочность элементов оборудования и трубопроводов для судовых атомнызпаропроизводящих установок с водо-водяными реакторами.
3. РП-ОИРУ-ПАС-04 Руководство по расчетам на прочность элементов оборудования и изделий реакторных установок с водным теплоносителем плавучих атомных станций Изд. Инженерный центр прочности, надежности и ресурса оборудования атомной техники, Москва, 2004 г.

УДК 539.3

ЛЕНИН А.О.

ИЗГИБНЫЕ ВОЛНЫ В БАЛКЕ, ЛЕЖАЩЕЙ НА ОБОБЩЕННОМ ВЯЗКОУПРУГОМ ОСНОВАНИИ

Институт проблем машиностроения РАН – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт прикладной физики им. А.В. Гапонова–Грехова Российской академии наук»

Рассмотрено динамическое поведение путевой структуры, которая представляет собой совершающую изгибные колебания балку, лежащую на вязкоупругом основании. При этом выбирается обобщенная модель деформируемого основания, содержащая два независимых коэффициента жесткости – на деформации растяжения (сжатия) и сдвига, а также два независимых коэффициента вязкости (коэффициенты продольного и поперечного демпфирования). Балка считается бесконечной. Такая идеализация допустима, если на границах балки находятся оптимальные демпфирующие устройства, т.е. параметры граничного закрепления таковы, что падающие на него возмущения не отражаются. Это позволило рассматривать модель балки без учета граничных условий, а вибрации, распространяющиеся по ней, – как бегущие изгибные волны. Срединная линия балки принята нерастяжимой. Для решения задачи использована бегущая гармоническая волна, имеющая действительную частоту и комплексное волновое число. Действительная часть волнового числа характеризует постоянную распространения, с помощью которой вычисляют фазовую и групповую скорости волны, а мнимая часть – показатель экспоненциального закона, по которому волна затухает. Определены дисперсионные характеристики изгибной волны и закономерности затухания при различных значениях безразмерных параметров, заданных как отношения коэффициентов вязкости деформируемого основания к коэффициентам его жесткости.

УДК 624 046.2+4

ПОМАЗОВ А.П., ХАЗОВ П.А.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ДЕФОРМИРОВАНИЯ И РАЗРУШЕНИЯ ТОНКОСТЕННОЙ СТАЛЬНОЙ БАЛКИ ЗАМКНУТОГО ПРОФИЛЯ С БЕТОННЫМ ЗАПОЛНЕНИЕМ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Сталебетонные стержни в последние десятилетия вызывают повышенный интерес отечественных и зарубежных ученых. Как правило, трубобетонные конструкции используются в качестве сжатых вертикальных несущих элементов и использование трубобетона для балочных конструкций нерационально. Однако в реальных условиях трудно выделить чисто сжатый элемент, а для анализа сжато-изогнутых стержней необходимо проведение исследование поперечного изгиба.

В работе приводятся результаты испытаний трубобетонных стержней при трехточечном изгибе. Для проведения эксперимента были изготовлены образцы длиной 700 мм из стальных труб ∅60×2.0, ∅76×3.0 и ∅102×3.5, заполненные бетоном марки В12,5 (рис. 1). Для экспериментального определения зависимости между нагрузкой и деформациями, определения приведенной изгибной жесткости, а также анализа характера разрушения трубобетонного образца при поперечном изгибе использовалась испытательная установка с применением универсальной испытательной машины УИМ-30 (рис. 2) [1]. В процессе испытаний на образец 1 с помощью грузовой траверсы 2 плавно подавалась нагрузка, неподвижная траверса 3 моделировала действие сосредоточенной силы. С помощью индикатора 4 регистрировалось

общее сближение траверс, представляющее собой общее искривление образца вследствие изгиба и локальное смятие.

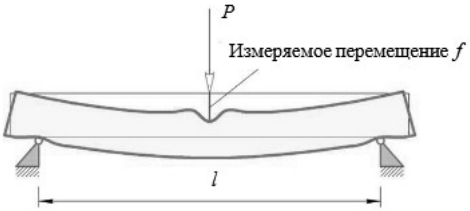


Рис.1. Схема деформирования трубобетонной балки при поперечной нагрузке

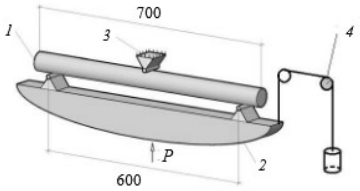


Рис.2 Схема экспериментальной установки

На рис.3 приведен общий вид трубобетонной балки после испытания поперечной нагрузки. Также проводился численный эксперимент (рис.4) для сравнения полученных результатов.

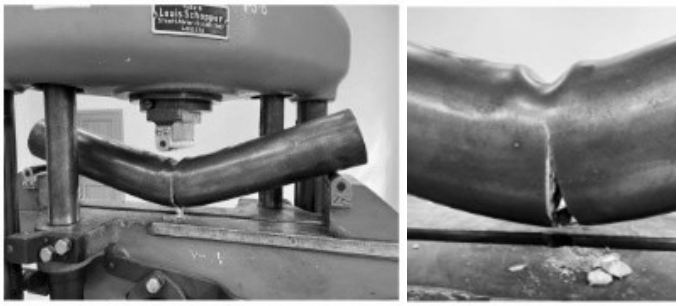


Рис.3. Трубобетонный образец после испытания поперечной сосредоточенной нагрузкой

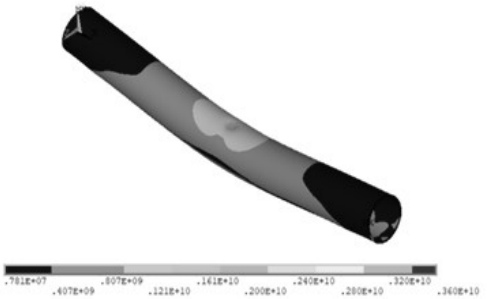


Рис.4. Численное определение напряжений по Мизесу в трубобетонной балке

Библиографический список

1. Хазов, П.А.Деформирование и разрушение трубобетонных образцов при поперечном изгибе / П. А. Хазов, О. И. Ведяйкина, И. С. Хохлова, Д. В. Артемьева // Приволжский научный журнал. – 2023. – № 2(66). – С. 69-74.
2. Хазов, П.А.Упругопластическое деформирование сталебетонных балок с локальным смятием при трехточечном изгибе / П. А. Хазов, О. И. Ведяйкина, А. П. Помазов, Д. А. Кожанов // Проблемы прочности и пластичности. – 2024. – Т. 86, № 1. – С. 71-82.

УДК 539.3

РЯБОВ Н.А., МЫЛЬНИКОВ В.В.

СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СОПРОТИВЛЕНИЯ УСТАЛОСТИ ВЫСОКОПРОЧНЫХ СТАЛЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ЯЗЫКА ПРОГРАММИРОВАНИЯ PYTHON

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В работе рассматриваются современные методы определения параметров усталостной прочности материалов, включая стандартные и ускоренные подходы, направленные на повышение точности и снижение трудоемкости экспериментов.

Предложен усовершенствованный способ, позволяющий снизить трудоемкость экспериментов и повысить достоверность оценки параметров усталостной прочности за счет рас-

четно-экспериментального подхода. Реализация возможна с использованием универсальных испытательных машин и программных средств анализа данных.

Методика включает использование интерполяционных функций для построения зависимости угла наклона кривой усталости от частоты циклического нагружения [1-3]. Это позволяет получать точные значения параметров сопротивления усталости в пределах известных экспериментальных данных без дополнительных испытаний.

Для демонстрации эффективности подхода проведены испытания на стальных образцах при различных частотах циклического нагружения. Полученные результаты подтверждают рост усталостной прочности материала при увеличении частоты нагружения.

Программная реализация метода на Python обеспечивает автоматизацию расчетов и визуализацию данных, включая построение кривых усталости, расчет коэффициентов корреляции и прогнозирование долговечности материалов.

Применение метода открывает перспективы для сокращения длительности исследований и повышения их экономической эффективности при оценке усталостной прочности материалов в машиностроении и других отраслях.

Разработанный способ позволяет адаптировать исследование под разные диапазоны частот циклического нагружения, что важно для моделирования реальных условий эксплуатации конструкционных материалов.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-29-20164, https://rscf.ru/project/25-29-20164/»

Библиографический список

1. 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. – EDNQHSTSM.

2. Mylnikov, V. V. Heat treatment effect on fatigue strength and frequency stability of maraging steel / V. V. Mylnikov, E. A. Dmitriev // Letters on Materials. – 2023. – Vol. 13, No. 3(51). – P. 266-271. – DOI 10.22226/2410-3535-2023-3-266-271. – EDN PKOJLK.

3. Изменение показателей сопротивления усталости конструкционных сталей при различных спектрах нагружения / В. В. Мыльников, Д. И. Шетулов, О. Б. Кондрашкин [и др.] // Известия высших учебных заведений. Чернаяметаллургия. – 2019. – Т. 62, № 10. – С. 796-802. – DOI 10.17073/0368-0797-2019-10-796-802. – EDN EECFYD.

УДК 534.13

ШКОДА И.В.

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАКЕТА КАРКАСА ПРОМЫШЛЕННОГО ЗДАНИЯ СО СКВОЗНЫМИ ТРУБОБЕТОННЫМИ КОЛОННАМИ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Подкрановые конструкции состоят из металлических балок, рельсов и колонн, обеспечивающих перемещение крана. Колонны в таких конструкциях могут иметь открытое (двутавры, швеллеры) или закрытое (прямоугольное, квадратное, круглое) сечение.

В процессе эксплуатации эти конструкции испытывают колебания из-за неравномерных нагрузок, изменения скорости крана и ветровых воздействий [1]. Для снижения вибраций применяют композитные материалы, такие как трубобетон (сталь с бетонным заполнением), обладающий высокой виброустойчивостью [2,3].

Для оценки влияния бетонного заполнения проведены испытания двух масштабных моделей каркаса (М1:6): с полыми колоннами - МКП, а также с колоннами, заполненными цементно-песчаным раствором (М100 + пластификатор) - МКТ.

Динамические испытания макетов проводились при помощи специальной установки (рис. 1) и включали:

- возбуждение колебаний с помощью ударного воздействия,
- регистрацию колебаний акселерометрами (на платформе и колонне),
- анализ данных на ПК.

Жёсткость системы регулировалась количеством пружин между рамой и тележкой, а нагрузка создавалась двумя гирями по 5 кг.

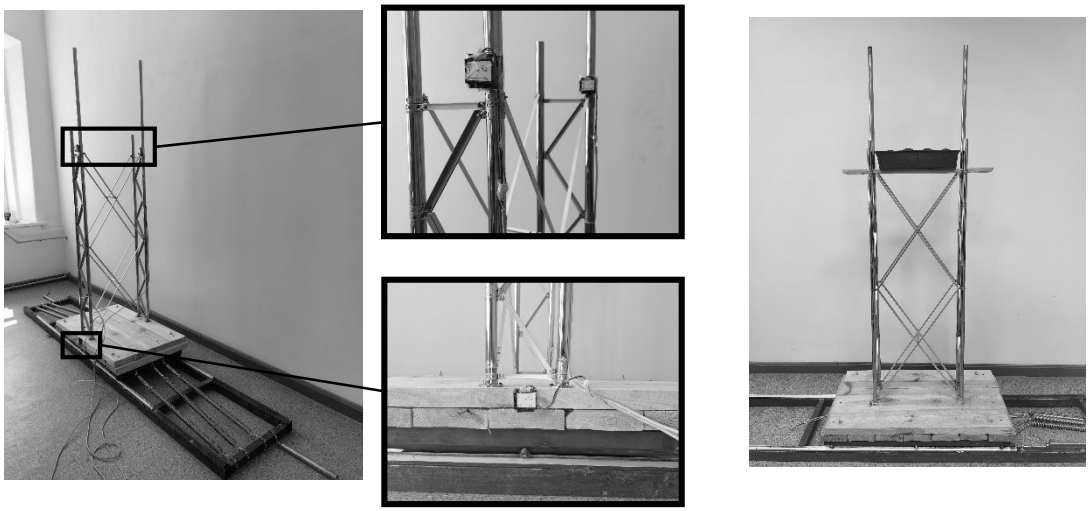
Результаты исследований каркасов с полыми и трубобетонными стержнями показали корреляцию между жесткостью системы и первой собственной частотой колебаний: при снижении жесткости уменьшалась и частота (табл. 1). Также в табл. 1 рассчитан эффект внедрения бетонного сердечника в стержни колонн каркаса.

Таблица 1

Эффект внедрения бетонного сердечника в металлическую обойму

Жесткость системы	**№ датчика**	Каркас с нагрузкой 10 кг (импульс поперек шага колонн)			Каркас с нагрузкой 10 кг (импульс под углом 90 градусов)		
		Средняя круговая частота,		Эффект внедрения бетонного сердечника, %	Средняя круговая частота,		Эффект внедрения бетонного сердечника, %
		МКП	МКТ		МКП	МКТ	
4 пружины	9	9,89	8,86	10,48	9,45	8,97	5,03
	10	9,52	8,89	6,62	9,44	8,99	4,77
3 пружины	9	8,23	7,79	5,40	8,13	7,80	4,01
	10	8,24	7,81	5,19	8,12	7,82	3,72
2 пружины	9	6,92	6,63	4,23	6,89	6,62	3,89
	10	6,90	6,64	3,70	6,87	6,64	3,38
1 пружина	9	5,20	5,01	3,60	4,92	4,91	0,30
	10	5,23	4,98	4,82	5,18	4,91	5,19
Максимальный показатель эффективности, %				**10,48**			**5,19**

Эффект от бетонного заполнения варьировался в зависимости от направления нагрузки: при импульсе поперек шага колонн наблюдается повышение эффективности на 10,48%,при импульсепод углом 90° к шагу колонн – эффект снижался до 5,19%**.**



а) б)

Рис. 1. Экспериментальная установка для проведения исследования вынужденных колебаний модели каркаса подкрановой конструкции (а); макет каркаса с импульсом под углом 90 градусов (б)

Применение трубобетона в колоннах повышает устойчивость подкрановых конструкций к динамическим нагрузкам, однако эффективность зависит от направления воздействия. Полученные данные подтверждают перспективность дальнейших исследований в этой области.

Библиографический список

1. Musilek, J. Horizontal Forces on Crane Runway Caused by Skewing of the Crane // IOP: Conference Series: Materials Science and Engineering. - 2019. - Vol. 471. - Issue 5:052001. - DOI 10.1088/1757-899X/471/5/052001.

2. Хазов, П.А. Экспериментальное исследование прочности композитных трубобетонных образцов малогабаритных сечений / Хазов П.А., Ерофеев В.И., Лобов Д.М., Ситникова А.К., Помазов А.П. // Приволжский научный журнал. 2022. № 3 (63). С.36-43.

3. Prasanta K., Arun C.B., Konjengbam D.S. Experimental investigation of partially confined concrete-filled steel tubular square columns under lateral cyclic loading // Journal of Constructional Steel Research. - 2023. - Vol. 201.

СЕКЦИЯ 6

МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ, МЕТАЛЛУРГИЯ И ЗАГОТОВИТЕЛЬНЫЕ ПРОИЗВОДСТВА МАШИНОСТРОЕНИЯ

Подсекция 6.1

Материаловедение

УДК 539.422.52

АРДАШЕВ А.А., РЯБЦОВ А.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ДЕГРАДАЦИИ МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ МАТЕРИАЛА СЛОИСТОЙ ПЛАСТИНЫ ПО МЕТОДУ ПРОГРЕССИРУЮЩЕГО РАЗРУШЕНИЯ

АО «ОКБМ им. Африкантова»

В работе рассмотрен трехточечный изгиб слоистого композита с применением метода прогрессирующего разрушения.

Выполнено моделирование слоистого композита с учетом его контактных областей деформирования с частичным разрушением.

Определено напряженное состояние в зависимости от последовательности нагружений композитного образца с использованием критерия разрушения Хашина в трехмерной постановке и видов его разрушения.

Выполнено сравнение кривых нагружения численной модели композита и опытного образца. Получен удовлетворительный уровень согласованности значений внутренних сил численной модели и опытного образца до первого макроразрушения композита.

Для более детального анализа внутренних сил после первого макроразрушения композита необходимо расширение базы экспериментальных данных, для чего требуется проведение серии экспериментов по определению прочностных и эффективных свойств слоистого композита.

УДК 621.7.02

АРСЕНОВ Р.С., БАЖЕНОВ Е.О., МЕЛЬНИЧЕНКО О.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ α-СЛОЯ С ПОВЕРХНОСТИ ТИТАНОВОГО СПЛАВА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящей работе на основании исследования топографии поверхности и структуры была определена возможность эффективного применения высокоэнергетической лазерной обработки для снятия с поверхности титановых сплавов α-слоя.

В настоящее время для удаления α-слоя с поверхности полуфабрикатов применяют методы химического и электрохимического травления в растворах кислот, которые представлены последовательностью операций разрыхления окисного и α-слоя в щелочных растворах или расплавах и последующего травления в окислительном или восстановительном растворе. При этом существуют схемы травления, эффективность которых зависит от структуры окалины и глубина α-слоя, а выбор растворов для травления основан на склонности титановых сплавов к наводороживанию, которая определяется структурным составом сплава[1].

В связи с этим перспективной является обработка полуфабрикатов высокоэнергетическим когерентным излучением, которое эффективно применяют для удаления с поверхности органических загрязнений, окалины, радиоактивных частиц и создания рельефа поверхности[2].

В качестве материала исследования использовался титановый сплав ВТ22 с α-слоем глубиной 300 мкм. Источником лазерного излучения выступал импульсный оптоволоконный лазер «FXC2000» с длительностью воздействия импульса 10^{-5}секунды, на котором была отработана серия режимов с различной плотностью энергии излучения. Для защиты от повторного окисления обрабатываемая поверхность обдувалась аргоном.

Топография поверхности показала различный рельеф и глубину снятия, зависящие от плотности энергии излучения. Так, более высокие по мощности режимы больше оплавляли материал, чем испаряли, что было подтверждено микроструктурным анализом, выявившим зоны повторного переплава.

Таким образом, был определены режимы формирующие стабильную глубину канала снятия материала с минимальным количеством оплавленного материала.

Библиографический список

1. ПИ 1.2.132-79 Удаление окалины и альфированного слоя с поверхностей полуфабрикатов и деталей из титановых сплавов
2. Lu Y.F., Ren Z.M. Laser microprocessing and the applications in microelectronics industry. Proceedingsof SPIE, v.4157, p. 191-199

УДК 669

БАЖЕНОВ Е.О., ФОМИЧЕВ А.С., МЕЛЬНИЧЕНКО О.П., АРСЕНОВ Р.С.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ПОКОВОК ИЗ КОРРОЗИОННОСТОЙКОЙ СТАЛИ 14Х17Н2

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Развитие класса мартенситно-ферритных сталей является ярким примером реализации возможности использования современных достижений материаловедения [1]. Мартенситно-ферритный класс сталей представляет собой структурную композицию в виде механической смеси мартенсита и 8 – 12% δ-феррита. В этих сталях содержание хрома составляет 16,0 – 18,0%, никеля 1,5 – 2,5%, содержание углерода в них обычно не превышает 0,15%.

Основной, рассматриваемой, проблемой в данной работе, является образование в структуре этих сталей большого количества δ-феррита, который оказывает вредное влияние на ход технологических процессов и качество поковок: ухудшает деформируемость стали при ковке и резко снижает свойства (особенно ударной вязкости) при испытании поковок в тангенциальном или поперечном направлении, повышает анизотропность механических свойств. Однако, вследствие низкой прочности δ-феррит, деформируясь, способен релаксировать часть напряжений, возникающих на различных этапах и операциях производства поковок, снижая тем самым величину остаточных внутренних напряжений. Поэтому при зани-

жении количества в структуре стали ферритной составляющей осложняется изготовление поковокиз-за склонности их к образованию продольных (чаще всего осевых) трещин, возникающих вследствие больших фазовых напряжений при мартенситном превращении аустенита на операциях охлаждения.Таким образом, содержание δ–феррита в структуре стали 14XI7H2 является основным фактором, определяющим технологические свойства.

Исследования формирования структуры и свойствпроводили на образцах, вырезанных из крупногабаритных поковок стали 14Х17Н2, путем металлографических исследований и стандартных испытаний для определения механических свойств. Дополнительнопроводились исследования деформируемости и изменения микроструктуры стали 14Х17Н2 при горячей пластической деформации путем оценки процессов роста зерен при рекристаллизации 2 и 3 рода.

В результате проведения исследований стали 14Х17Н2 было выявлено наличие некоторых особенностей микроструктуры, состоящих в том, что в структуре образуется повышенное содержание крупнозернистых включений δ-феррита с выделением по их границам достаточно большого количества карбидной фазы. Скопление частиц карбидной фазы по границам зерен ослабляет прочность межзеренных связей и может приводить к снижению физико-механических свойств стали.

На основании проведенных исследований сделан вывод о целесообразности применения определенных технологических мер на стадии их металлургического производства и при проведении термической обработки изделий, а именно:

- проведение контролируемой степени горячей пластической деформации и последующей контролируемой скорости охлаждения для управления процессами формирования мелкозернистой структуры с учетом кинетики происхождения процессов рекристаллизации 2 и 3 рода;
- введение в технологию термической обработки методов ускоренного охлаждения изделий после операции высокотемпературного нагрева, что позволит устранить (понизить) выявленные недостатки в микроструктуре и, следовательно, повысить качество изделий из стали 14Х17Н2.

1.Арзамасов Б.Н, и др. Материаловедение. М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002. – 648 с.

УДК 620.186

БАКИРОВ Д.Д., ХЛЫБОВ А.А., РЯБОВ Д.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕРАВНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ В ЗАГОТОВКЕ ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ГОРЯЧЕГО ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ПРЕССОВАНИЯ

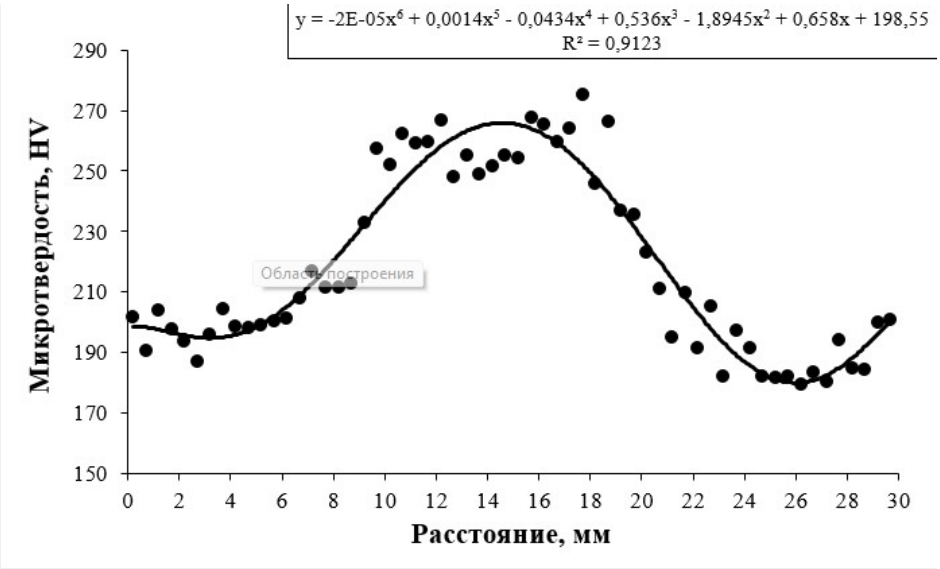
Нижегородский государственный университет им. Р.Е. Алексеева

Нержавеющие стали нашли широкое применение во всех отраслях промышленности. Одной из наиболее распространенных нержавеющих сталей является сталь 12Х18Н10Т. 12Х18Н10Т относится к классу легированных, коррозионностойких, жаростойких сталей аустенитной группы. Благодаря высоким жаропрочности и коррозионой стойкости 12Х18Н10Т применяется при изготовлении деталей, эксплуатируемых при сложных условиях. Чаще всего это детали химической аппаратуры, которые работают в средах повышенной агрессивности, оборудования и аппаратов пищевой промышленности, комплексные оборудования, которые работают в радиоактивных средах и контактирующие с агрессивной средой, также особо тонкостенные холодно- и тепло-деформированные трубы, предназначенные для использования в трубопроводах [1].

В современной промышленности широкое применение получили технологии порошковой металлургии, позволяющие формировать заготовки и изделия с повышенными служебными характеристиками материала. Одной из перспективных технологий обработки металлических порошков является горячее изостатическое прессование (ГИП). ГИП – сложный технологический процесс, заключающийся в одновременном воздействии на порошок металла высоких давления и температуры. Высокие всестороннее давление, температура и продолжительная выдержка обеспечивают получение однородных беспористых заготовок. Прочностные характеристики полученных материалов обычно превышают прочность материала, полученного традиционными способами (прокатка, ковка) [2]. Однако существует проблема, связанная с неоднородным распределением температуры и давления по сечению заготовки в процессе ГИП, в результате чего свойства заготовки изменяются от периферии заготовки к центру. Такой градиент свойств материала заготовки может оказать негативное влияние на дальнейшую эксплуатацию готового изделия. Поэтому исследование формирования структуры и свойств материала ГИП-заготовки является актуальной задачей.

Целью данной работы является исследование распределения физико-механических характеристик по сечению заготовки из стали 12Х18Н10Т, полученной методом ГИП.

На рис. 1 представлен график зависимости микротвердости стали 12Х18Н10Т от расстояния.



Библиографический список

1. Андреев, И.Г. Анализ свойств и применяемости нержавеющей стали 08Х18Н10Т / Андреев И.Г., Аввакумов И.И. // Поколение будущего: Взгляд молодых ученых- 2021. Курск, 2021. С. 81-83

2. Савич, В. В. Порошковая металлургия: современное состояние и перспективы развития: монография / Савич В. В., Оглезнева С. А. – Пермь: ПНИПУ, 2021. – 695 с.

УДК 621.793

БАШКОВ А.А., ИВАНОВ С.В., АКУЛОВА А.А., ЧИЧЕВАТОВ А.В.

РАЗРАБОТКА МНОГОСЛОЙНОЙ АРХИТЕКТУРЫ ИЗНОСОСТОЙКИХ PVD-ПОКРЫТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Современные промышленные технологии предъявляют высокие требования к износостойкости, долговечности и эксплуатационным характеристикам материалов, используемых в условиях интенсивных механических, термических и химических нагрузок. Одним из пер-

спективных направлений повышения функциональных свойств поверхностей является применение многослойных наноструктурных покрытий, полученных методом физического осаждения из паровой фазы (PVD). Такие покрытия обладают уникальными механическими, трибологическими и термическими свойствами, что делает их востребованными в машиностроении, авиационной промышленности, медицине и других высокотехнологичных отраслях.

Таблица 1

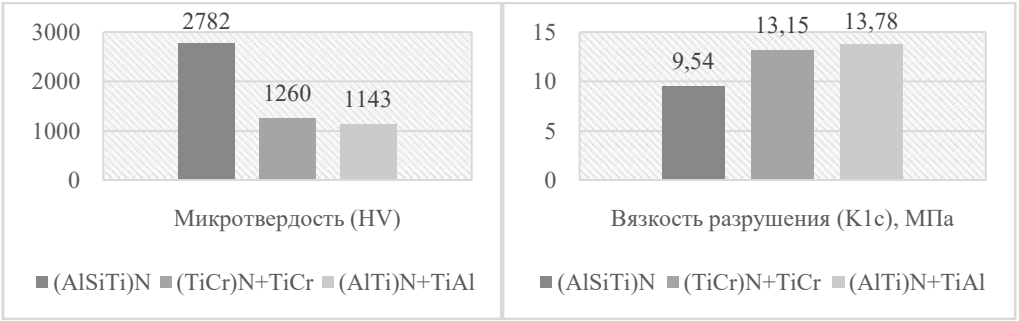
Составы исследуемых покрытий

№	Тип покрытия	Содержание элементов	Толщина, мкм	Архитектура
1	(AlSiTi)N	AlSi – 50%; Ti – 50%	4	однослойное
2	(TiCr)N+TiCr	Ti – 50%; Cr – 50%	3+1	Верхний слой (TiCr) 1 мкм
3	(AlTi)N+TiAl	Ti – 50%; Al – 50%	3+1	Верхний слой (TiAl) 1 мкм

Покрытие №1было выбрано как традиционное, которое используется на многих машиностроительных предприятиях. Покрытия №2 и №3 разработаны исходя из анализа качества покрытий и механизма их разрушения при резании. Дело в том, что после осаждения покрытий, его поверхностный слой имеет дефекты в виде пор, микротрещин, капельной фазы и т.д. Указанные дефекты выполняют роль начальных очагов разрушения. Поэтому тонкая металлическая прослойка необходима для «залечивания» дефектов самого покрытия и создания промежуточный барьерного слоя, препятствующего ветвлению и движению трещин.

Исследования проведены с использованием современных методов, включая оптическую (световую) микроскопию, испытания на твёрдость по методу Виккерса (HV), расчет трещиностойкости по методу Палмквиста. Полученные данные были подтвержденыстойкостными испытаниями в реальных производственных условиях.Для проведения исследования были подготовлены образцысогласно стандарту ГОСТ 2789-83.

Результаты измерениямикротвердостости и расчета трещиностойкости (вязкости разрушения)исследуемых покрытий представлены в виде гистограмм на рис.1*, а,б*.



а)б)

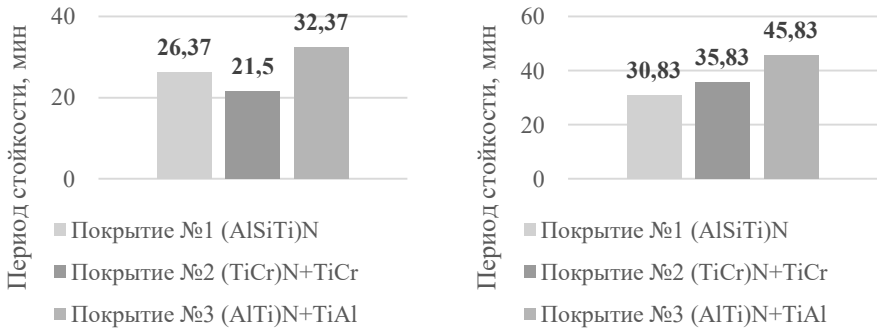
Рис.1. Результаты испытаний покрытий:
*а)*микротвердость; *б)* вязкость разрушения

Таким образом, однослойное покрытие №1обладает наибольшей прочностью и наименьшей износостойкостью.Это отличный выбор при работе на высоких режимах резания в хороших условиях обработки (высокая жесткость системы СПИД, отсутствие вибрации, подвод СОЖ).Покрытия №2 и №3 с «залечивающим» верхним слоем обладают наименьшей прочностью и наибольшей износостойкостью. Это отличный выбор при работе в тяжёлых условиях обработки (невысокая жесткость системы СПИД, вибрации, плохой стружкоотвод, отсутствие СОЖ).

Дополнительно были проведены стойкостные испытаний режущего инструмента с покрытиями (концевых фрез) при обработке нержавеющей стали 12Х18Н10Т и титанового

сплава ПТ-3В.В качестве инструментов были выбраны монолитные концевые фрезы Ø12 мм из твердого сплава WC-Co (77,6 HRA).

Результаты представлены в виде гистограмм на рис. 2.



а)б)

Рис.2. Результаты стойкостных испытаний концевых фрез при обработке:
а) 12Х18Н10Т; *б)*ПТ-3В

Для обработки нержавеющей стали 12Х18Н10Т и титанового сплава ПТ-3В концевой фрезой предпочтительно использовать покрытие (AlTi)N+TiAl, так как оно демонстрирует наиболее значительное увеличение стойкости инструмента. Покрытия (TiCr)N+TiCr и (AlSiTi)N могут быть применены для менее нагруженных операций, требующих меньших затрат на инструмент.

Для улучшения качества покрытий и повышения их эффективности была предложена тонкая металлическая прослойка толщиной порядка 1 мкм. Такая прослойка выполняет сразу несколько функций: заполняет микротрещины, поры и другие дефекты покрытия, образованные в процессе осаждения; играет роль промежуточного барьера, препятствующего дальнейшему распространению трещин в покрытии.

Таким образом, создание покрытий для режущего инструмента нового поколения наиболее эффективно осуществлять при использовании инновационной концепции многослойно-композиционных архитектур с нанометрической структурой и чередующимися слоями наноразмерной толщины различного композиционного состава и функционального назначения.

УДК 621.762

БОРИСОВА А.А., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОРОШКОВЫХ ОЛОВЯНИСТЫХ БРОНЗ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДОВ КОЛИЧЕСТВЕННОЙ МЕТАЛЛОГРАФИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оловянные бронзы широко применяются в машиностроении благодаря хорошим антифрикционным свойствам коррозионной стойкости и прочности [1].

Порошковая металлургия позволяет получать материалы с заданными характеристиками, контролируя структуру на этапе изготовления.

Объектом исследования служили образцы оловянистых бронз, легированные хромом и никелем [1].

Для изготовления прессовок использовались порошки меди, хрома, никеля и олова. Было изготовлено 10 образцов с различным составом. Принята следующая схема изготовления образцов холодное прессование шиты→вакуумноеспекание→горячеедоуплотнение [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 установить взаимосвязь между длительностью механического легирования и микротвердостью, определить влияние механического легирования на распределение избыточной второй фазы в микроструктуре образцов.

Для выполнения цели исследования провели измерение пористости и плотности, измерили и установили зависимость микротвердости от времени помола шихты, провели исследование с помощью растрового электронного микроскопа, выполнили программную оценку количественного распределения фаз с помощью программы ThixometPro.

На основании исследования было выявлено, что распределение второй фазы зависит от химического состава, от времени помола в планетарной мельнице и от вида использованной шихты (после смешивания или после совместного помола).

Библиографический список

1. Сорокин, В.К. Абразивные алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента: технология упрочнения и свойства / Сорокин В.К., Колосова Т.М., Костромин С.В., Беляев Е.С. // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 2. – С. 96-103.

2. Сорокин, В.К. Технология изготовления и оборудование по производству порошковых и композиционных материалов и изделий / Сорокин В.К., Шмелев Л.С. – 2011 –184с.

УДК +621.762

БОЧАРОВА А.Ю., БЕЛЯЕВ Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО АЛМАЗОСОДЕРЖАЩЕГО ПРОКАТА НА БАЗЕ СВЯЗКИ Cu-Sn-Ni

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алмазосодержащие порошковые материалы представляют собой композиты, в которых алмазные зерна, как правило, искусственного происхождения, равномерно распределены в металлической или керамической матрице.

Композиционные материалы состоят из двух и более разнородных по химическому составу и структуре компонентов, определенным образом распределенных по объему изделия. Такое распределения дает возможность конструировать материалы с заданными свойствами [1].

Алмазно-металлические композиции получают в основном методом порошковой металлургии. Алмазы смешивают с шихтой связки, приготовленной из порошков металлов, твердых сплавов, тугоплавких соединений, твердых смазок и других веществ. Смесь подвергают термомеханической обработке, после которой композиция приобретает требуемые прочность, износостойкость, твердость и другие заданные физико-механические характеристики. В технологиях изготовления алмазосодержащего инструмента большое внимание уделяется процессам компактирования, спекания шихты и упрочняющей обработке связки [2].

Такие материалы используются в качестве рабочих элементов алмазных инструментов, они отличаются высокой твердостью, прочностью, износостойкостью.

Объектом исследования в данной работе служили образцы алмазосодержащего проката с двумя видами алмазного наполнителя: АС32 63/50 и АСМ 40/28.

Целью данной работы было изучение механических свойств и упругих характеристик проката в зависимости от степени нагартовки. Для этого были изготовлены образцы разной толщины и проведены испытания на растяжение и трехточечный изгиб.

По результатам испытаний были сделаны следующие выводы.

1. По мере уменьшения толщины проката до значений в 200 и 330 мкм наблюдается рост предела прочности материала. На этом же этапе, в связи с проведенной термофиксацией, происходит резкий, скачкообразный рост этого показателя, после чего предел прочности начинает постепенно снижаться.

2. Модуль упругости снижается после термофиксации и с уменьшением толщины проката.

Библиографический список

1. Иванов, Д.А. Композиционные материалы: учебное пособие/ Иванов Д.А., Ситников А.И., С.Д. Шляпин. – Москва: Издательство Юрайт, 2023 – 253 с.

2. Шарин, П.П. Алмазосодержащие материалы инструментального назначения на основе твердых сплавов: получение, структура, физико-механические и служебные характеристики: диссертация … доктора технических наук. – Якутск, 2023. – 271 с.

УДК 621

ВАГАНОВА З.А., ТРОФИМОВА И.Г., ХЛЫБОВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ НА СТРУКТУРУ И ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЗАГОТОВКИ ИЗ КОНСТРУКЦИОННОЙ КРИОГЕННОЙ СТАЛИ 03Х17Н14М3

МАОУ «Школа с углублённым изучением отдельных предметов №85»

Нижегородский Государственный Технический Университет имени Р.Е. Алексеева

Цель: Определение оптимальной ориентации образцов при селективном лазерном плавлении (SLM) для достижения максимальной ударной вязкости и микротвёрдости.

Аддитивные технологии (AdditiveManufacturing) позволяют создавать трёхмерные объекты путём послойного добавления материала. В исследовании использовалась конструкционная криогенная сталь 03Х17Н14М3, заготовки которой были получены методом SLM (селективное лазерное плавление). [https://trends.rbc.ru/trends/futurology/6284222d9a79472c8b9a67bc]

Таблица 1

Результаты измерения микротвердости образцов из стали 03Х17Н14М3, полученных методом SLM

Шифр образца	Обозначение микротвердости	Значение микротвредости	Среднее + ошибка измерения
111	HV	210,6; 208,5; 206; 222; 218,6	213,14±5,53
211	HV	222,7; 229,8; 234; 215,8; 237,4	227,94±7,06
311	HV	235; 241; 234; 249; 237,4	239,28±4,90

Микротвердость образцов измерялась на микротвердомере ИТВ-1-АМ методом Виккерса при нагрузке 1 кгс и времени выдержки 15 секунд. В ходе исследования были получены значения микротвердости в HV.

Таблица 2

Значения ударной вязкости образцов, полученных методом SLM

Номер	Маркировка образца	Площадь поперечного сечения S_0,см^2	Работа удара*K*, Дж	Ударная вязкость *KCV*, Дж/см^2
1	111	0,411	47,088	114,5
2	211	0,409	64,746	158,2
3	311	0,410	63,765	155,3

Для испытания на ударный изгиб использовали маятниковый копер с энергией удара 300 Дж и скоростью маятника 5 м/с. Образец устанавливался на опоры с помощью шаблона, обеспечивающего симметричное расположение концентратора с погрешностью до ±0,5 мм. Испытание проводилось ударом маятника со стороны, противоположной концентратору. Работу удара определяли по шкале копра или аналоговых устройств.

В результате исследования влияния параметров SLM на свойства стали 03Х17Н14М3 установлено:

Ударная вязкость (KCV):Максимальная при 45°: 158,2 Дж/см²

Микротвёрдость (HV): Максимальная при 90°: 239,28

Перед отправкой на печать важно определить микротвёрдость и ударную вязкость, так как от них зависят эксплуатационные характеристики и долговечность изделия. Также выбор угла печати зависит от этих параметров.

Библиографический список

1. Прямой моторизованный микроскоп SIAMS AT-24TRF [https://siams.com/opticheskiemikroskopy/pryamyemikroskopy/microscope_at-24TRF/?ysclid=m6rlg0wwp9992851709]
2. Аддитивная техология: что это и где применяется | РБК Тренды [https://trends.rbc.ru/trends/futurology/6284222d9a79472c8b9a67bc]
3. Технология селективного лазерного плавления (SLM/DMLS): преимущества, области применения и лучшие модели [https://habr.com/ru/companies/top3dshop/articles/834406/]

УДК 621.762

ДАВЫДОВА И.В., КОЛОСОВА Т.М., РЯБОВ Д.А.

ИСПЫТАНИЕ НА РАСТЯЖЕНИЕ: ИССЛЕДОВАНИЕ ЖАРОПРОЧНОГО СПЛАВА ХН32Т

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Широкое использование сталей в высокотемпературной технике при различных сочетаниях рабочей температуры, продолжительности силового воздействия и действующих напряжений объясняется возможностью изменения структурного состояния сплавов за счет легирования. Жаропрочные стали являются многокомпонентными сплавами, химический состав которых отвечает требованиям сопротивления ползучести. Для обеспечения работы в условиях одновременного воздействия на деталь температуры и напряжения стали должны содержать тугоплавкие металлы, которые замедляют диффузионные процессы, упрочняют твердые растворы сталей, а также образуют дисперсные промежуточные фазы, которые также упрочняют стали по механизму дисперсионного упрочнения [1].

При температурах эксплуатации свыше 700 °С возникает необходимость использовать взамен сталей жаропрочные сплавы на никелевой или железоникелевой основах. Это сплавы, обладающие одновременно высокой жаропрочностью и жаростойкостью, содержат в определенных сочетаниях большое количество легирующих элементов (никель, кобальт, железо, титан, хром, рений и др.) и являются высоколегированными. Целью легирования является получение высоколегированного железоникелевого аустенита, обладающего склонностью к распаду при старении с образованием интерметаллидных фаз – упрочнителей типа γ′-фазы Ni_3(Al, Ti, Nb) или (Ni, Fe)3(Al, Ti) и частично фаз Лавеса (Fe2Mo, Fe2W) [2].

В данной работе для жаропрочного сплава ХН32Т проводится механическое испытание на растяжение. Этот метод дает возможность получить информацию о механических характеристиках материала под действием растягивающих сил. Исходя из полученных данных, можно сделать выводы о способности сплава к пластической деформации до разрушения, что является ключевым для понимания его эксплуатационных свойств и надежности в условиях высоких температур и механических нагрузок.

Библиографический список

1. Галимов, Э. Р. Современные конструкционные материалы для машиностроения: учебное пособие / Э. Р. Галимов, А. Л. Абдуллин. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург :Лань,2020. — 268 с.: ил.

2. Новые материалы. Колл. авторов. Под научной редакцией Ю.С. Карабасова. – М: МИСИС. – 2002 – 736 с.

УДК621.791

ЗОТОВ М.Е., СОСНИН В.В., БАЖЕНОВ Е.О.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕЖИМОВ СВАРКИ ПРИ СМЕЩЕНИИ ЭЛЕКТРОННОГО ЛУЧА НА СТРУКТУРУ СВАРНЫХ БИМЕТАЛЛИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ

ФГУП «РФЯЦ ВНИИЭФ»

Использование в промышленности ряда дорогих и дефицитных элементов приводит к необходимости уделить особое внимание экономии данных материалов. Одним из путей их экономии является изготовление установок, машин и механизмов из разнородных металлов и сплавов. Получение сварных соединений разнородных металлов зачастую является затруднительным применительно к традиционным способам сварки, в связи с отсутствием возможности образования гомогенного материала в сварном шве, что, в свою очередь приводит к ухудшению механических характеристик изделия, нарушению герметичности и снижению срока эксплуатации. Наиболее перспективным способом сварки для указанных сочетаний является сварка с применением концентрированных источников энергии, основным из которых является электронный луч.

Актуальность проблемы заключается в получении бездефектных герметичных биметаллических соединений материалов различных структурных классов, таких как медь-аустенитные нержавеющие стали.

В ходе исследований сравнивалось влияние величины смещения электронного луча относительно свариваемого стыка в процессе сварки, на структуру полученного сварного шва, а также зависимость величины смещения от требуемой глубины провара.

Так как медь и аустенитные нержавеющие стали имеют различную теплоемкость, смещение электронного луча производилось в сторону наиболее теплоемкого материала – на медь. Исследования проводились в 2 этапа:

1) влияния величины смещения электронного луча относительно свариваемого стыка в процессе сварки, на структуру полученного сварного шва;
2) зависимость полученных результатов в эксперименте №1 от увеличения требуемой глубины проплавления.

1. Ольшанская, Т.В. Особенности кристаллизации сварных швов из разнородных материалов при электронно-лучевой сварке на примере высокохромистой стали с бронзой // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Машиностроение, материаловедение. – 2014. – Т. 16. – № 3. – С. 43-53

УДК 621.386.12: 539.563

ИКСАНОВ Р.Р., ХЛЫБОВ А.А., РЯБОВ Д.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННОЙ СТОЙКОСТИ ОБРАЗЦОВ ИЗ СТАЛИ 12Х18Н10Т, ПОЛУЧЕННЫХ МЕТОДОМ СЕЛЕКТИВНОГО ЛАЗЕРНОГО ПЛАВЛЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Под аддитивными технологиями (их еще называют АТ, AdditiveFabrication, AdditiveManufacturing) понимают процедуру создания трехмерных изделий, что осуществляется непосредственно из цифровой модели. Особенность АТ в том, что материал, использующийся в целях создания изделия, добавляют послойно. Совершенно иной вектор имеют традиционные «вычитающие» технологии изготовления изделий, куда относятся резка и механическая обработка [1].

Структура и свойства изделий, полученных традиционными методами и аддитивными технологиями, различны, поэтому перед тем как активно внедрять АТ в промышленность, важно изучить поведение напечатанных образцов в различных эксплуатационных условиях. В данной работе имитируются условия, возникающие в теплообменнике ядерного реактора

Цель данной работы – изучить поведение стальных изделий, полученных аддитивными технологиями в условиях горячей солевой коррозии. На рис. 1 показаны дефекты микроструктуры, полученные в результате проведения испытания.

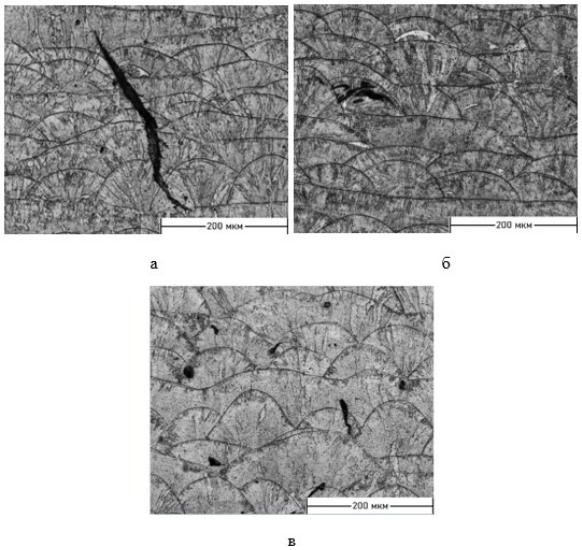


Рис.1. *а)* коррозионное растрескивание; *б)* межкристаллитная коррозия; *в)*питтинг;

1.Дресвянников, В. А. Классификация аддитивных технологий и анализ направлений их экономического использования / В. А. Дресвянников, Е. П. Страхов // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2018. – № 2 (26). – С. 16–28.

УДК 62-932.4

ГАВРИЛОВ Г. Н., БАЖЕНОВ Е. О., КОВШОВ Е. Д., АРСЕНОВ Р. С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ПАРАМЕТРОВ ЛАЗЕРНОЙ ОБРАБОТКИ НА СКЛОННОСТЬ КОРРОЗИОННОСТОЙКИХ СТАЛЕЙ АУСТЕНИТНОГО И МАРТЕНСИТНОГО КЛАССА К МЕЖКРИСТАЛЛИТНОЙ КОРРОЗИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В данной работе на основании проведённых исследований установлено, что с повышением длительности импульса, а следовательно и тепловложений, увеличивается склонность к межкристаллитной коррозии (МКК) у коррозионностойких сталей, при этом у коррозионностойких сталей мартенситного класса это склонность выражена сильнее, чем у сталей аустенитного класса.

Лазерная обработка материалов основана на том, что использование лазерного излучения позволяет создавать на малом участке поверхности высокие плотности теплового потока, необходимые для интенсивного нагрева или расплавления практически любого материала. При воздействии на поверхность обрабатываемых металлов и сплавов часть потока лазерного излучения отражается от нее, а остальная часть проникает на малую глубину. Энергия лазерного излучения практически полностью поглощается электронами в приповерхностном слое толщиной $10^{-6}…10^{-7}$ м. Последующий нагрев металла осуществляется по физическим закономерностям, присущим традиционным способам теплового воздействия на металлы [1].

МКК в коррозионностойких сталях обычно наблюдается после термической обработки, приводящей к образованию на границах зерен каких-либо новых фаз, отличающихся по химическому составу от среднего состава стали. Чаще всего этими фазами являются карбиды, основная причина образования которых — значительная зависимость растворимости углерода от температуры. Поскольку растворимость углерода в аустените и феррите различна, то и температурные условия образования карбидов, а следовательно, и склонности к МКК различны. Это относится и к мартенситным сталям [2].

В данной работе использовались марки коррозионностойких сталей аустенитного класса – 12Х18Н9Т и мартенситного класса – 20Х13. Обработка проводилась на лазерной установке «ALPHA» с максимально допустимой мощностью – 350 Вт.

Таким образом, при исследовании микроструктуры, обработанных лазером, образцов, было обнаружено, что с увеличениемтепловложений при лазерной обработке, на границах зёрен как аустенитной, так и мартенситной коррозионностойкой стали наблюдается выделение вторичных карбидных фаз втем большей степени, чем длиннее импульс лазерного излучения. Склонность к межкристаллитной коррозии также повышается с увеличением длительности импульса.

Библиографический список

1. Технологические процессы лазерной обработки: Учеб. пособие для вузов/ Под ред. А.Г. Григорьянца. - М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2006. - 664

2. Межкристаллитная коррозия сталей : учебно-методическое пособие / Е. А. Меркушкин, В. В. Березовская, С. В. Сомина ; Мин-во науки и высш. образования РФ. — Екатеринбург : Изд-во Урал.ун-та, 2020. — 72 с.

УДК 621

МАРЯХИН М.Д., БЕРДНИК О.Б.

ВЛИЯНИЕ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА СТРУКТУРУ НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА ЧС 70-ВИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях постоянного технического прогресса наблюдается непрерывное улучшениеи усложнение машин и оборудования, что приводит к увеличению требований к материалам, используемым для их изготовления. В сфере энергетического машиностроения усовершенствование наблюдается, в частности, в газотурбинных установках. Повышение мощности, а главное надежности зависит от структуры и свойств материала деталей [1].

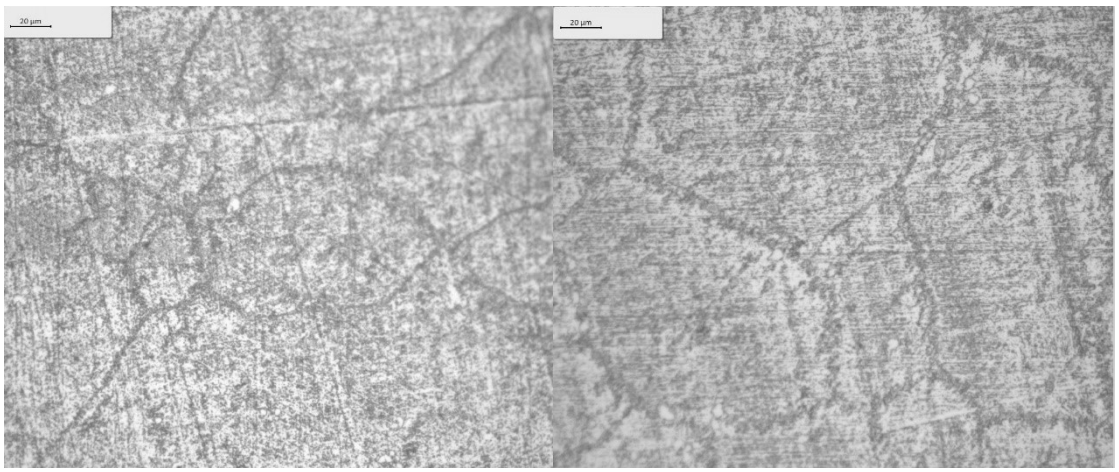
В работе рассматривается влияние режимов термической обработки на структуру жаропрочного никелевого сплава ЧС 70-ВИ (ХН58КВТЮМБЛ), используемого для изготовления рабочих лопаток турбины [2]. При проведении исследовательской работы были опробованы два режима термической обработки, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Режимы термической обработки образцов из сплава ХН58КВТЮМБЛ

№ образца	Наименование операции термической обработки	Температура Т, ˚С	Время τ, час	Условия охлаждения
1	Закалка	1170	0,5	на воздухе
	Старение	850	16	
2	Закалка	1170	0,5	до 900˚С с печью с $v_{охл}$=5˚С/мин; далее на воздухе
	Старение	850	10	на воздухе

По фотографиям микроструктур (рис. 1) видно, что границы зерен образца №2 имеют «зубчатое»строение, что благоприятно влияет на усталостную прочность сплава, карбидные включения распределены равномерно, ноони более крупные (~5 мкм), чем в образце №1. Микроструктура образца №1 характеризуется крупными разносными зернами с ровными границами, упрочненными карбидной фазой (~3,5мкм).Возникновению извилистых границ зерен в образце № 2 способствовала термическая обработка, а именно ступенчатое охлаждение от температуры закалки 1150˚С, выдержка в течение 0,5 часа, охлаждение: на первом этапе – со скоростью 5˚С/мин до 900˚С, на втором этапе– на воздухе до 20˚С.



а) *б)*

Рис. 1. Микроструктуры образцов: *а)* образец №1; *б)* образец №2, х500

Определяющим фактором «зубчатости» границ является скорость охлаждения на первом этапе закалки. Формирование таких границ зерен связано с выделением γ'– фазы, декодированной мелкими дискретными карбидами MC, M_6C и $M_{23}C_6$[3]. Микроструктура границ зерен имеет первостепенное значение при интеркристаллитном разрушении и определяет механические характеристики материала.

Библиографический список

1. Поршаков, Б.П. Газотурбинные установки: - М: ГУП Издательство "Нефть и газ" РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. – 240 с.
2. Логунов, А.В. Современные жаропрочные никелевые сплавы для дисковых газовых турбин / А.В. Логунов, Ю.Н. Шмотин. -М.: Наука и технологии, 2013.-264 с.
3. Кишкин, С.Т. Особенности структурных превращений жаропрочного никелевого сплава в процессе высокотемпературного нагрева / С.Т. Кишкин, А.В. Логунов, Е.А. Кулешова, Н.В. Петрушин // Изд. АН СССР. Металлы.-1980-№6.

УДК 621.762

МОСИНА М.А., БЕЛЯЕВ Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОРИСТОГО ПРОКАТА ИЗ ШИХТЫ, СОДЕРЖАЩЕЙ СФЕРИЧЕСКИЙ РАСПЫЛЕННЫЙ ПОРОШОК СТАЛИ ANSI 304И ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКИЙ НИКЕЛЕВЫЙ ПОРОШОК А-2 В РАЗЛИЧНОМ СООТНОШЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

Порошковая металлургия (ПМ) — отрасль материаловедения и обработки материалов, занимающаяся изготовлением материалов и изделий из металлических порошков, путём их прессования и спекания. ПМ позволяет получать материалы и изделия с заданными свойствами (физическими, химическими, механическими и технологическими), которые невозможно реализовать классическими методами, т.е. путём ковки, механической обработки, штамповки или литья. Технология порошковой металлургии обеспечивает точный контроль структуры материала, что особенно важно при создании функциональных пористых элементов, работающих в условиях высоких нагрузок или агрессивных сред.

Пористый прокат – это особый вид металлического проката, характеризующийся наличием сквозных пор, которые расположены по всему объему материала, благодаря чему изделия имеют уникальные свойства. Пористые материалы находят широкое применение в различных отраслях, включая машиностроение, аэрокосмическую и медицинскую промышленность. Одним из перспективных направлений является разработка пористого проката на основе металлических порошков, полученных различными способами (например электролизом и атомизацией), что позволяет получать изделия с заданными механическими и физическими свойствами. В данной работе рассматривается пористый прокат был получен из шихты, состоящей из сферического распыленного порошка, стали ANSI 304 и электролитического никелевого порошка А-2ТУ 1793-005-07622839-2003, в различных соотношениях.

Целью выполнения работы является определение оптимального соотношения порошков, которое обеспечивает наилучшие технологические свойства шихты и физико-механические, а также функциональные свойства материала, что позволит разрабатывать материалы с уникальными свойствам.

В ходе проведения эксперимента были приняты соотношения фракций порошков: AISI304(60%)+A2(40%) и AISI304(75%)+A2(25%) для прокатных заготовок. Применяемые фракции порошков:AISI304 «-63+40» мкм и «-40» мкм, А-2 «-50» мкм.Спекание пористых

пластин осуществлялось в вакууме,вначале при температуре600 ^{0}C с выдержкой 60 минут, далее при температуре 1000 ^{0}C с выдержкой 60 минут.

В результате была получена линейка пористых материалов с различными свойствами пористой среды к которым можно отнести величину и распределение пор, общую пористость, коэффициент размера поровых каналов, коэффициент проницаемости, коэффициент извилистости поровых каналов.

Библиографический список

1. Авторское свидетельство СССР № 683881 "Способ изготовления пористого металлического листа прокаткой". /Целиков А. И., Поляев В. М.,. Носов Г. Г., Жаворонков В. А, Климов О. К., Матурин Н. И. Опубл. в Б.И., 1981. №43. с. 24.]
2. Канапинов, М.С. Влияние компонентов шихты на физико-механические свойства порошковых материалов / М. С. Канапинов, Г. М. Кашкаров, Т. В. Новоселова, // Журнал «Новые огнеупоры»
3. Аникеев, В.В. Взаимосвязь состава и качества шихты с механическими свойствами отливок и сортового проката / В.В. Аникеев, Н.Н. Зонненберг, В.И. Никитин // Журнал МИСиС.

УДК 621

ОСИПОВА К. Е., КОЛОСОВА Т. М., РЯБОВ Д.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ СТАЛИ AISI316, ПОЛУЧЕННОЙ МЕТОДОМ ЭЛЕКТРОДУГОВОГО АДДИТИВНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ (WAAM)

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В настоящее время применение аддитивных технологий становится все более перспективным для промышленности ввиду снижения общей себестоимости получаемых изделий, особенно в единичном и мелкосерийном производстве. Интенсивное развитие технологий 3D-печати ведет к необходимости тщательного изучения механических свойств, структуры и химического состава металлов, получаемых данным методом. Наиболее производительным и простым с технологической точки зрения является метод 3D-печати WAAM.

В процессе аддитивного выращивания наплавляемый металл находится в жидком состоянии и впоследствии подвергается многократным циклам высокотемпературных нагревов (в том числе до температур выше критических). В результате микроструктура наплавленного металла отличается от металла, полученного по традиционным технологиям, а, следовательно, физико-химические и прочностные свойства металла также могут отличаться от прокатанного материала.

Целью данной работы является изучение структуры и свойств образцов аустенитной стали AISI 316, изготовленных методом электродугового аддитивного выращивания (WAAM).

В качестве материала для исследования были взяты семь образцов из стали AISI316, полученные методом WAAM. Проводилась такая термическая обработка, как: аустенизация при температурах 1050°, 1100° и 1150°C с выдержкой при каждой из указанных температур 2, 4, и 8 часов; старение при 800°C в течение 8 часов. Исследовались твердость, плотность, пористость и структура.

Проанализировав полученные данные, была проведена статистическая обработка твердости и плотности, были выявлены рекомендации к термической обработке стали AISI316.

В ходе проведения работы было изучено влияние термической обработки на структуру и свойства стали AISI316, полученной методом электродугового аддитивного выращивания.

Экспериментальные исследования показали, что термическая обработка оказывает заметное влияние на микротвердость образцов. С увеличением времени выдержки при закалке наблюдалось повышение твердости, что связано с изменениями в кристаллической структуре и выравниванием микроструктуры металла. При этом значения твердости после закалки оставались в пределах, характерных для сталей данного класса, что свидетельствует о сохранении аустенитной структуры без образования нежелательных фаз.

Проведённое исследование подтвердило перспективность применения технологии WAAM для изготовления изделий из стали AISI 316. Полученные данные могут быть использованы для оптимизации режимов термообработки с целью достижения требуемого комплекса свойств, а также как основа для дальнейшего математического моделирования процессов структурообразования и упрочнения при аддитивном производстве.

Библиографический список

1. Осколков, А.А. и др. Передовые технологии аддитивного производства. – 2018.
2. Аносов, М.С., Сорокина С.А. и др. Влияние термообработки на структуру стали, полученной WAAM. – 2024.

УДК 621.762

РУБЦОВ А.М., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НА ПОКАЗАТЕЛИ ТВЕРДОСТИ БРОНЗОВЫХ КОМПАКТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Применение алмазосодержащего инструмента тесно связано с возросшим требованием развития различных отраслей промышленности. Так, алмазосодержащие инструменты используются в строительстве, для резки, сверления широкого спектра материалов. При этом предъявляются повышенные требования к физико-механическим свойствам алмазных инструментов [1, 2].

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.

Целью исследования являлось взаимосвязь химического состава и твердости бронзовых компактов.

Химический состав и твердость исследуемых образцов бронз представлен в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав и твердость экспериментальных бронзовых образцов

№ образца	Содержание элементов,%				Твердость, HRC
	Cr	Sn	Ni	Cu	
1	1,0	26,0	2,0	71,0	69
2	1,0	5,0	11,0	83,0	47
3	7,0	5,0	2,0	86,0	48,3

4	1,0	15,5	6,5	77,0	58,1
5	4,0	15,5	2,0	78,5	58,64
6	4,0	5,0	6,5	84,5	48,69
7	3,0	12,0	5,0	80,0	56,2
8	2,5	15,5	4,3	77,8	57,92
9	2,5	10,3	6,5	80,8	55,6
10	4,0	10,3	4,3	81,5	55,4

Анализируя полученные данные можно сделать вывод о том, что наибольшее влияние на твердость компактов влияет олово, при его максимальном значении твердость достигает максимальных значений.

Полученные результаты позволят подобрать оптимальный химический состав при изготовлении связок для алмазосодержащего инструмента, благодаря чему позволит повысить стойкость и работоспособность.

Библиографический список

1. Судник, Л.В. Алмазосодержащие абразивные композиты / Судник Л.В., Витязь П.А., Ильющенко А.Ф.. Минск: Беларуская навука, 2012. 319 с.

2. Яковлева, С.П. Алмазометаллические композиты на основе железоуглеродистых порошковых систем / Яковлева С.П., Махарова С.Н., Васильева М.И. // Современные наукоемкие технологии. 2020. № 11-2. С. 320-325;

3.Багиров, О.Э. 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. Одним из перспективных направлений порошковой металлургии является получение инструмента, предназначенного для резания пластин из твердых металлических материалов на элементы [2].

Металлоалмазные материалы, получаемые данным способом в виде тонких пластин, используют в качестве заготовок для изготовления отрезных кругов алмазно-абразивной резки.Такие операции широко распространены в стекольной промышленности при обработке кромки стекла.

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 539.3

РЯБОВ Н.А., МЫЛЬНИКОВ В.В.

МЕТОД СТАТИСТИЧЕСКОЙ ТАРИРОВКИ ОБРАЗЦОВ ИЗ ВЫСОКОПРОЧНОЙ СТАЛИ

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

В представленной работе для расчета действующих напряжений при испытаниях на многоцикловую усталость по «мягкой» схеме нагружения при консольном изгибе образцов

из высокопрочной стали в одной плоскости по амплитуде деформации предложен метод статической тарировки. Он основан на статическом нагружении образца силой *F*, измеряемой образцовым динамометром. Напряжение в образце рассчитывалось по известной силе с использованием формулы:

$$\sigma = \frac{6F(l+a)}{bh^2} \quad (1)$$

Одновременно с показаниями образцового динамометра снимались данные измерителя линейных перемещений, измеряющего деформацию при нагружении.

Зная погрешности прямого измерения амплитуды колебаний модуля Юнга и геометрических размеров образца можно рассчитать погрешность косвенного измерения величины σ воспользовавшись формулой:

$$\frac{\Delta\sigma}{\sigma} = \delta_A + \delta_E + \delta_e \quad (2)$$

где $\delta_E = \frac{\Delta E}{E}$ относительная погрешность определения модуля Юнга;

$\delta_A = \frac{\Delta A}{A}$ относительная погрешность определения амплитуды;

$$\delta_e = \frac{\Delta h}{h} + \left(\frac{1}{a+l} + \frac{1}{l} + \frac{2l+3a}{3\left(a^2+ab+{}^{l^2}/_{3}\right)}\right)\cdot\Delta l + \left(\frac{1}{a+l} + \frac{2a+l}{a^2+al+{}^{l^2}/_{3}}\right)\cdot\Delta a \quad (3)$$

относительная погрешность определения линейных размеров образца.

Результаты тарировочных испытаний позволили получить зависимости величин σ_F и σ_A от амплитуды деформации и установить действующие напряжения при испытаниях на высокочастотную многоцикловую усталость по «мягкой» схеме нагружения при консольном изгибе образцов из высокопрочной стали в одной плоскости.

«Исследование выполнено за счет грантаРоссийского научного фонда № 25-29-20164, https://rscf.ru/project/25-29-20164/»

Библиографический список

1. Mylnikov, V. V.Installation and Testing Methods for Frequency Stability under Cyclic Loading of Metals and Alloys / V. V. Mylnikov, E. A. Dmitriev, D. I. Shetulov // Inorganic Materials. – 2024. – Vol. 60, No. 4. – P. 494-501. – DOI 10.1134/S0020168524700523. – EDN WTUFSY.
2. Myl'nikov, V. V. A Study of Changes in Fatigue Resistance Parameters of Steel 30KhGSN2A in the Process of Cyclic Deformation Hardening / V. V. Myl'nikov, D. I. Shetulov, A. I. Pronin // Metal Science and Heat Treatment. – 2021. – Vol. 62, No. 9-10. – P. 648-655. – DOI 10.1007/s11041-021-00617-5. – EDN HXJCSY.
3. Mylnikov, V. V. Heat treatment effect on fatigue strength and frequency stability of maraging steel / V. V. Mylnikov, E. A. Dmitriev // Letters on Materials. – 2023. – Vol. 13, No. 3(51). – P. 266-271. – DOI 10.22226/2410-3535-2023-3-266-271. – EDN PKOJLK.

УДК 621.762

САЙФУТДИНОВА А.С., БЕЛЯЕВ Е.С.

ПОЛУЧЕНИЕ ПОРИСТОГО ПРОНИЦАЕМОГО ПРОКАТА ИЗ НИКЕЛЕВОГО ЭЛЕКТРОЛИТИЧЕСКОГО ПОРОШКА С ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ОКРУГЛОЙ ФОРМОЙ ЧАСТИЦ

Нижегородский государственный технический университетим. 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 вы-

сокой 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, так как 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 применяютсяпорошки, полученные электролитическим методом и методом восстановления. Однако такие порошки имеют достаточно высокую стоимость, а также низкую насыпную плотность и низкую текучесть. Электролитические порошки могут иметь преимущественно округлую форму, а также высокий насыпной вес и высокую текучесть. Округлые и сферические порошки не пригодны для прокатки в ленту без предварительной обработки.В настоящей работе мы использовали метод конгломерации порошков, что сделало возможным формовать округлые электролитические и распыленные порошки методом прокатки.

Была исследована пористая структура полученных лент из округлых электролитических порошков, включающая определение размеров пор и их распределения методом порометрии капиллярных потоков, коэффициент проницаемости, коэффициент размеров поровых каналов, коэффициент извилистости пор, общая пористость. Измерения показывают, что полученная лента из округлых порошков имеет близкие параметры к ленте из аналогичных по составу, но формующихся прокаткой порошков.

Проведенная работа показывает возможность получения пористых проницаемых лент из сферических порошков, полученных методом электролиза, а также в перспективе распыления. 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. 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 621.762.5:669.295

САФТА Н.С., БЕЛЯЕВ Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ СВОЙСТВ ПОРИСТЫХ ПРОКАТНЫХ ГАЗОПОГЛОТИТЕЛЕЙ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ Ti-V ДЛЯ ВАКУУМНОЙ ТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Пористые газопоглотители на основе системы Ti-V играют важную роль в вакуумной технике, особенно в высокоточных стандартах частоты, где требуется эффективное поглоще-

ние водорода [1]. Основная задача таких материалов - поддерживать высокий вакуум, что напрямую зависит от их сорбционных свойств. В данной работе мы исследовали, как различные технологические параметры влияют на характеристики газопоглотителей, чтобы оптимизировать их производство и повысить эффективность.

Исходным материалом для исследования служил порошок ПТФ, материал порошка это сплав, состоящий из 70% титана и 30% ванадия. Сплав Ti-V обладает лучшими характеристиками, чем другие сплавы или металлы, применяемые для аналогичных целей.За счет наличия ванадия в системе – температура активации заметно снижается [2,3].Чтобы добиться наилучших характеристик, мы варьировали содержание ванадия в диапазоне от 14% до 30%, а также исследовали другие ключевые параметры: пористость и содержание размола порошка ПТФ в шихте.

Пористость газопоглотителей играет ключевую роль в их работе.Сеё ростом возрастает удельная поверхность материала и увеличивается скорость сорбции.В ходе исследования установлено, что оптимальная пористость для газопоглотителей, изготовленных методом прессования, составляет 40-50% [2].

Температура активации – еще один важный параметр, который влияет на свойства газопоглотителей. Активация – это процесс рафинирования поверхности материала от химических соединений, что делает его пригодным для эксплуатации. Установлено, что для системы Ti-V оптимальная температура активации составляет 300-400°C за счёт легирования титана ванадием [1].

Особое внимание в исследовании уделялось использованию размола порошка ПТФ. Размол – это порошок, полученный путем измельчения отходов от резки неспечённыхпористых пластин. Его использование позволяет снизить затраты на производство, но важно понимать, как это влияет на свойства конечного продукта. В исследовании, содержание размола в шихте варьировалось от 10% до 50%, что не ухудшило сорбционных характеристик.

В ходе эксперимента мы провели серию опытов, в которых варьировали содержание ванадия, пористость, температуру активации и содержание размола. Для каждого опыта изготавливались образцы, которые затем подвергались спеканию и активации. После этого измерялись их сорбционные и технологические свойства, такие как скорость сорбции, удельная сорбционная емкость, усадка и плотность.

Выполнен полный факторный эксперимент 2^4. Образцы изготавливались методом прессования в закрытой пресс-форме. После прессования образцы подвергались термической обработке, включающей нагрев в течение 10 часов при температуре 300 °C с использованием насосов Рутса, последующую выдержку в вакууме в течение 1 часа при температуре 800 °C и активацию в температурном диапазоне 200–400 °C. Сорбционные свойства образцов исследовались на специально разработанной установке.

Разработаны математические модели, описывающие изменение сорбционной ёмкости. Полученные результаты могут быть использованы для разработки новых материалов для применения в высокоточных стандартах частоты и вакуумной технике. Дальнейшие исследования будут направлены на изучение влияния других легирующих элементов на свойства газопоглотителей, а также на оптимизацию технологических процессов для повышения их эффективности.

Библиографическийсписок

1. Смирнов, К.Л. Экспериментальное исследование газопоглощающих свойств пористых Ti-V сплавов в условиях высокого вакуума / Смирнов К.Л., Федоров Р.Н.// Вестник Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана. Серия "Машиностроение". – 2019. – № 3. – С. 78-85.

2. Кузнецов, С.И.Разработка и применение пористых материалов на основе титан-ванадиевых сплавов в вакуумных системах / Кузнецов С.И., Михайлов П.А.// Материалы международной конференции "Современные проблемы вакуумной техники и материаловедения". – М.: Изд-во МГТУ, 2021. – С. 112-120.

3. Григорьев, Е.В. Современные подходы к созданию пористых газопоглотителей на основе Ti-V сплавов для вакуумной техники / Григорьев Е.В., Лебедев А.А.// Журнал "Перспективные материалы". – 2022. – Т. 15, № 2. – С. 34-41.

УДК 621.762

СУББОТИН Н.Д., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С

СОЗДАНИЕ НОВЫХ СОСТАВОВ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ СВЯЗОК ДЛЯ АЛМАЗНЫХ КОМПОЗИТОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алмазосодержащие композиты находят широкое применение в обработке твердых и хрупких материалов в различных промышленных секторах. Алмаз, благодаря своей исключительной твердости, служит оптимальным компонентом для производства режущих и шлифовальных инструментов. Одним из передовых методов изготовления таких изделий является порошковая металлургия, которая позволяет комбинировать уникальные свойства алмазов, такие как высокая твердость и устойчивость к износу, с характеристиками металлических связок. Эти связки обеспечивают надежное закрепление алмазных частиц, что способствует достижению требуемых эксплуатационных и технологических параметров металлоалмазных инструментов. Технология порошковой металлургии гарантирует равномерное распределение алмазных зерен в структуре связки, высокую точность формы и размеров изделия. Качество связки существенно влияет на характеристики инструмента, поскольку алмазные зерна в процессе эксплуатации изнашиваются, и их своевременная замена новыми частицами из нижних слоев композита необходима для сохранения режущих свойств. Таким образом, параметры связки, включая прочность, способность удерживать алмазы, твердость и несущую способность, должны быть тщательно сбалансированы для обеспечения высокой производительности инструмента, стабильности его формы и эффективной смены алмазного наполнителя [1].

Процесс создания связок в данной работе включает несколько этапов: подготовку смеси порошков, прессование, спекание и дополнительное горячее прессование. Для формирования связок применяются различные комбинации металлических порошков [2].

Медь часто используется как основа алмазосодержащих композитов. Однако при обработке твердых сплавов мягкая медь может налипать на алмазные зерна, что приводит к засаливанию инструмента и снижению его эффективности. Кроме того, спекание чистой меди требует температуры около 800 °C, что превышает порог окисления алмазов. Чтобы избежать этих проблем и снизить температуру спекания, целесообразно вводить в состав добавки других металлов, которые уменьшают температуру плавления сплава и повышают прочность связки [3].

В рамках исследования рассмотрены девять составов связок на основе меди с добавлением олова, хрома и никеля. Эти составы различаются процентным содержанием компонентов и способами подготовки смеси. В ходе работы проанализированы механические свойства и микроструктура полученных образцов. На основе результатов сформулированы выводы о возможности применения данных связок в производстве инструментов на основе алмазных композитов.

Библиографический список

1. Сорокин, В.К. Абразивные алмазосодержащие материалы для отрезного инструмента: технология упрочнения и свойства / Сорокин В.К., Колосова Т.М., Костромин С.В., Беляев Е.С. // 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 620.22

ФАРАФОНТОВА А. А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ПРИ ОБРАБОТКЕ ГОРЯЧЕДЕФОРМИРОВАННЫХ ЗАГОТОВОК ИЗ СПЛАВА ВЖ 159-ИД НА ФОРМИРОВАНИЕ МИКРОСТРУКТУРЫ И МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

На данный момент жаропрочные никелевые сплавы являются достаточно перспективным материалом в металлургии, авиастроении, машиностроении и т.д., так как обладают особым комплексом физико-механических свойств. Они используются для изготовления газотурбинных двигателей, деталей камеры сгорания и т.п.

Целью работы является изучить влияние термо-временных параметров заготовок из сплава ВЖ 159-ИД на формирование микроструктуры и механических свойств.

Изготовление и термическая обработка образцов из сплава ВЖ 159-ИД проводилась на ПАО «РУСПОЛИМЕТ». При их изготовлении были предусмотрены температурные интервалы горячей пластической деформации и термической обработки, которая включала в себя закалку и двукратное старение.

Основываясь на литературных данных и результатах эксперимента, были исследованы микроструктуры и механические свойства образцов из сплава ВЖ 159-ИД после различной относительной степени деформации и режимов термической обработки [1,2].

По результатам исследования было установлено, что в микроструктуре сплава ВЖ 159-ИД помимо основной структуры наблюдались выделение и строчечностьγ′-фазы, как по границам зёрен, так и по всему объёму.

Выделение γ′-фазы представляет собой глобулярные частицы, которые являются интерметаллидами (Ni_3Al). Особенность этой фазы заключается в том, что она имеет тип решётки ГЦК и по размерам близка к γ-матрице твёрдого раствора.

При термической обработке жаропрочных деформируемых никелевых сплавов на стадии нагрева и выдержки под закалку первичные карбиды MeC частично растворяются, а атомы высвобождающегося углерода диффундируют к границам зёрен (области с пониженной энергией).

В результате проведённых исследований было установлено, что с увеличением выдержки при закалке скоплений интерметаллидной фазы по границам зёрен становится больше, при этом прочностные свойства сначала повышаются, а затем уменьшаются; с ростом температуры закалки увеличивается количество интерметаллидной фазы, но при этом прочностные свойства снижаются.

Библиографический список

1. Солнцев, Ю. П.Специальные материалы в машиностроении: учебник/ Солнцев Ю.П., Пряхин Е. И., Пиирайнен В. Ю. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург: Лань, 2022. – 664 с.
2. Барышев, Е. Е.Влияние структуры расплава на свойства жаропрочных никелевых сплавов в твёрдом состоянии/ Барышев Е. Е. – Екатеринбург: УрО РАН, 2010. – 198 с.

УДК 666.3.016

ЯЙКОВА А.В., КОЛОСОВА Т.М., БЕЛЯЕВ Е.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРЫ И СВОЙСТВ ФОРСТЕАТИТОВОЙ КЕРАМИКИ НА БАЗЕ ТАЛЬКА ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Техническая керамика является востребованным и актуальным материалом. Для производства рядовой электроизоляционной и радиокерамики традиционно используются различные виды силикатного сырья. Недоступность высококачественных компонентов керамической массы препятствует получению более качественных изделий.

Каждаякерамическаямасса имеет свой индивидуальный процент усадки. Новым сырьем для стеатитовой керамики являются тальки Алгуйского месторождения, но усадка на типовых составах (масса С-4) составляла 13%, что является неблагоприятным показателем.

Целью выполнения работы является отработка технологии изготовления стеатитовой керамики с российским сырьем и подобрать оптимальный состав керамической массы для достижения усадки в 11%

В качестве материала исследования была выбрана стеатитовая керамика, сырьем для которой применялись следующие тальки: ТМК-28 ГОСТ 21234-75 Онотского месторождения и РТ-20 ТУ 5727-001-57634121-2006 Киргитейского месторождения; 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 симплекс-решетчатого эксперимента был подобран оптимальный состав для изготовления стеатитовой керамики. Было выявлено, что процент усадки напрямую связан с воздействием всех физико-химических процессов, происходящих в керамических массах во время обжига: дегидратации минералов, переноса материала за счет диффузии, перекристаллизации и образования новых минералов, а также за счет сближения частиц под действием сил поверхностного натяжения жидкой фазы во время спекания.

По результатам проведенного анализа была построена математическая модель, описывающая взаимосвязь между параметрами и результатом, выявлена наиболее оптимальная комбинация составов для шихты.В ходе проведения работы отработали технологию изготовления стеатитовой керамики на основе российского сырья в условиях ограниченного доступа к традиционным ресурсам.

На основании эксперимента выявили возможность замены импортного сырья российскими аналогами без ухудшения функциональным свойств керамики, что способствует снижению технологических рисков и укреплению сырьевой безопасности отрасли в текущих геополитических условиях.

Библиографический список

1. Будников, П.П. Новая керамика: [Учеб. пособие для хим.-технол. специальностей вузов] / ; Под общ. ред. акад. чл.-кор. АН СССР П. П. Будникова. - Москва :Стройиздат, 1969. - 311 с. : ил.; 27 см.

2. Сорокин, В.К. Факторное планирование экспериментов: основы теории и задач – методическая разработка НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2008. – С. 10

Подсекция 6.2

Металлургия и заготовительные производства машиностроения

УДК 658.589

БАЖАНОВ В.В., КОРОВИН В.А.

ИНЖИНИРИНГ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИИ ООО «ПП «НИЖЕГОРОДСКИЙ ЛИТЕЙНЫЙ ЗАВОД»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инжиниринг производства – это комплекс мероприятий, направленных на проектирование, оптимизацию и внедрение эффективных технологий и процессов на производстве. Он включает в себя разработку новых технических решений, автоматизацию производственных операций, снижение себестоимости продукции и повышение качества за счёт системного подхода к организации производства. Инжиниринг предполагает не только техническое проектирование, но и анализ производственных рисков, экологических последствий и экономической эффективности внедряемых решений.На предприятии ООО «ПП „Нижегородский литейный завод“» возникла проблема при производстве лигатуры меди фосфористой МФ-9,10. Основной трудностью стало отсутствие технологии, позволяющей получать качественный продукт при минимальных потерях фосфора и низких выбросах вредных веществ в атмосферу. Действующие методы не обеспечивали необходимого уровня экологичности и эффективности производства, что снижало конкурентоспособность продукции и увеличивало производственные издержки.

Решением данной проблемы стала доработанная технология производства лигатуры МФ-9,10. Ключевым элементом усовершенствования является использование инертной среды, позволяющей существенно снизить окисление фосфора в процессе плавки. Это позволило сократить потери по фосфору, увеличить выход годной продукции и значительно уменьшить выбросы вредных веществ в окружающую среду.Ожидаемые результаты внедрения новой технологии:

- повышение качества продукции: получение лигатуры с более стабильным химическим составом и высокой степенью чистоты;
- экологическая безопасность: существенное снижение выбросов фосфорсодержащих соединений в атмосферу;
- экономическая эффективность: уменьшение потерь дорогого сырья (фосфора), снижение затрат на фильтрацию и очистку;
- повышение производительности: сокращение времени плавки и снижение простоев за счёт стабильности технологического процесса;
- укрепление рыночных позиций: возможность предлагать продукцию высокого качества с улучшенными экологическими показателями.

УДК 621.74

БЕЗУХОВ А.В., ЛЕУШИН И.О.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ОМГ РЫБИНСК»

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, предусматри-

вающая 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.По результатам работы представлено организационно-техническое решение участка чугунного литья по газифицируемым моделям (ЛГМ) [1], а также новая модельная композиция для изготовления газифицируемых моделей, защищенная патентов РФ на изобретение.

Предлагаемый способ изготовления моделей характеризуется тем, что сырьем для их производства является не традиционный для ЛГМ пенополистирол, а композиция полимеров полипропилен (ПП) и полиметилметакрилат (ПММА). Композиция может быть использована для производства моделей как на термопластавтомате, так и на 3D-принтере. ПП и ПММА выпускаются промышленностью России и дружественных стран в достаточном количестве и характеризуются невысокой стоимостью. В составе композиции полимеры функционально дополняют друг друга, обеспечивая технологичность материала газифицируемой модели. При контакте с расплавом ПП и ПММА в короткий промежуток времени полностью или частично газифицируются в зависимости от степени доступа кислорода. При этом количество газовыделения и твердых остатков в сравнении с пенополистиролом снижается как минимум в 1,5 раза. В работе представлена технология изготовления из чугуна марки ВЧ50 отливки «Коллектор выпускной» из номенклатуры базового предприятия по газифицируемой литейной модели, получаемой из новой модельной композиции на термопластавтомате под давлением со вспениванием [2].

Итог работы - улучшение технико-экономических и экологических показателей работы цеха и увеличение выпуска годного литья базового предприятия.

Библиографический список

1. Шуляк, В.С. Литье по газифицируемым моделям / В.С. Шуляк. – СПб.: Профессионал, 2007. – 408 с.
2. Леушин, И. О., Леушина, Л. И., Кошелев, О. С., Горохов, П.А. Материал для изготовления разовых газифицируемых моделей при производстве отливок из чугуна / И.О. Леушин // Чёрные металлы. – 2024. - №4. – С. 21-26.

УДК 621: 669

ГАНИН С.А., ЛЕУШИН И.О.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ АО ННИИММ «ПРОМЕТЕЙ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

АО НИИИММ «Прометей» – ведущая научно-исследовательская и производственная организация, специализирующаяся на разработке и производстве высокотехнологичных металлических изделий. В последние годы на предприятии наблюдается стремление к вне-

дрению новых технологий, модернизации оборудования и улучшению качества выпускаемой продукции. Однако, несмотря на достигнутые успехи, перед литейным производством предприятия стоят новые вызовы, требующие совершенствования существующих методов, систем технической подготовки производства.

Подготовка производства представляет собой комплекс мероприятий, направленных на обеспечение эффективного и качественного производства продукции. Этот процесс включает несколько взаимосвязанных этапов, каждый из которых играет ключевую роль в успешной организации и запуске производства. Среди таких этапов можно выделить: анализ рынка, разработку новых продуктов или модернизацию существующих, конструкторскую и технологическую подготовку, организационную подготовку, материально-техническое снабжение, финансовую подготовку, производственный контроль, поддержание и модернизацию производства. Для достижения наилучших результатов все эти этапы должны быть тщательно спланированы и скоординированы между собой [1].

Проблема возникла на фоне стихийного внедрения в техническую подготовку производства информационных и цифровых технологий, что повлекло за собой существенное снижение ее эффективности. Для решения проблемы предлагается разработка комбинированного, на основе современных цифровых инструментов, варианта, приемлемого для многономенклатурного и мелкосерийного характера производства, позволяющего снизить временные издержки и материальные затраты.

На данный момент проведен информационный анализ существующих систем технической подготовки, рассмотрены алгоритмы ее проведения и внедрения, выполнена сравнительная оценка отечественных и зарубежных методик технической подготовки производства, рассмотрены наиболее важные цифровые инструменты и области их применения.

По результатам внедрения разработки ожидается получение существенного экономического эффекта.

1. Медведева, С. А. Основы технической подготовки производства: учеб.пособие / С.А. Медведа; СПбГУ ИТМО. – СПб. Изд-во СПбГУ ИТМО, 2010. – 69 с.

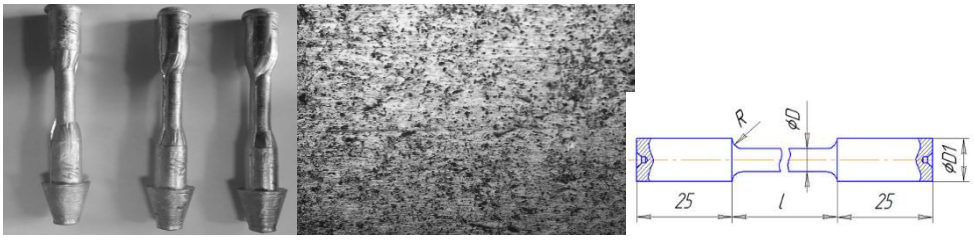
УДК 620.18

ГУЛИН И.А., МИНДРИН Д.И., МЫЛЬНИКОВ В.В.

МЕХАНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ДИСПЕРСНО-УПРОЧНЕННОГО АЛЮМОМАТРИЧНОГО КОМПОЗИТА

Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет

Дисперсно-упрочненные алюмоматричные композиционные материалы получали методом жидкофазного окисления алюминия путем продувки расплава кислородом и относятся к группе дисперсно-упрочненных композитов. В результате химической реакции $4Al+3O_2 \rightarrow 2Al_2O_3$ синтезировали керамическую фазу непосредственно в расплаве [1-2]. С целью устранения дефектов и дегазации была проведена продувка аргоном материала непосредственно перед разливной в стальные кокеля небольшого размера (рис.1,*а).* Микроструктура полученного сплава показана на (рис.1,*б*). Далее отливки обрабатывались с целью испытаний на усталость и подвергались механической полировке (рис.1,*в*).



а) ***б)*** ***с)***

Рис.1. Изображения: а-литые цилиндрические образцы, полученные методом литья в стальную форму; б-микроструктура сплава (х 100); в-эскиз цилиндрического образца для усталостных испытаний: D=7,5мм;D1=12мм; R=10мм; l=90мм.

Испытания образцов на усталость по схеме консольного изгиба вращающегося цилиндрического образца проводили на установке при температуре 20^0. Комплексную оценку сопротивления усталости производили использую систему параметров [3-4]. Степень сходимости полученных данных с построенной кривой усталости определяли при помощи коэффициента корреляции. По результатам проведенных испытаний образцов построена кривая усталости, которая в логарифмических координатах имеет вид прямой аппроксимации. Полученные экспериментальные значения, достаточно плотно располагаются к линии аппроксимации, наблюдается незначительный разброс данных во всем испытуемом диапазоне долговечности.

Библиографический список

1. Investigation of Thermophysical Processes of Obtaining Various Aluminum Matrix Composites / V. V. Myl'nikov, A. I. Pronin, M. V. Myl'nikova [et al.] // Technical Physics. – 2024. – Vol. 69, No. 5. – P. 1296-1303. – DOI 10.1134/S1063784224040273. – EDN GDICPL.
2. 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. Myl'nikov, V. V. Methods for Studying the Fracture Surface of Materials Using Modern Microscopy and Digital Image Processing / V. V. Myl'nikov, E. A. Dmitriev // Inorganic Materials: Applied Research. – 2024. – Vol. 15, No. 1. – P. 8-16. – DOI 10.1134/S2075113324010192. – EDN ACVKPG.
4. Fatigue Resistance of Dispersion-Hardened Aluminum Alloy / V. V. Mylnikov, E. A. Zakharychev, A. I. Pronin [et al.] // Metal Science and Heat Treatment. – 2024. – Vol. 66, No. 1-2. – P. 25-31. – DOI 10.1007/s11041-024-01013-5. – EDN GEWSAG.

УДК 669.2

ИСХАКОВ Р.Р., БЕЛЯЕВ С.В.

ПРОИЗВОДСТВО ЛИГАТУРЫ ALTI5B1

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Для улучшения механических свойств и снижения газовой пористости алюминиевых сплавов в процессе их получения в расплав вводят лигатуры. Лигатуры, содержащие титан и бор, модифицируют структуру и улучшают механические свойства алюминиевого сплава.

Наиболее заметное влияние на структуру алюминия и его сплавов оказывают титан при содержаниях до 0,3% и бор до 0,1%. Измельчение структуры и происходит за счет образования зародышей частиц $TiAl_3$ и TiB_2.

В условиях предприятия ООО «ЭМ-КАТ» была освоена технология производства лигатуры AlTi5B1, выбраны плавильное и технологическое оборудование. Была изготовлена технологическая линия производства лигатуры, которая включала в себя индукционную печь, емкостью 1,5 и номинальной мощностью, 750 кВт, и линия непрерывного литья и проката цветных металлов компании Continuus-Properzi. Технологический процесс предусматривает изготовления лигатуры AlTi5B1 в виде прутка, который затем прокатывается до нужного диаметра.

При освоении технологии были решены несколько научно-технических задач, направленных на оптимизацию технологического процесса и повышения качества лигатуры, изучены:

- структура, морфология и химический состав включений в сплаве;
- влияния температуры и скорости кристаллизации слитка на микроструктуру размер зерна кристаллов Al_3Ti и TiB_2 и качество лигатуры;

На основании полученных результатов были:

- подобраны оптимальные шихтовые материалы для производства алюминиевой лигатуры AlTi5B1;
- определена оптимальная температура расплава при сливе - 870℃;
- установлено, что при скорости вращения кристаллизатора 4 об/мин частицы Al_3Ti имеют оптимальную форму и минимальный размер.

До 2022 года алюминиевая лигатура поставлялась в РФ из-за рубежа. В сложившихся условиях освоение производство лигатуры AlTi5B1 на отечественном предприятии является крайне востребованной задачей.

УДК.658.589

КЛИМОВА Ю.В., НИЩЁНКОВ А.В., ЛЕУШИН И.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ТЕРМИЧЕСКОГО УЧАСТКА ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «АВИАСЕРВИС» (г. Нижний Новгород)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Модернизация производства – это процесс внедрения новых технологий, методов и оборудования с целью повышения эффективности производственных процессов и увеличения производительности. Модернизация представляет собой процесс обновления и усовершенствования различных объектов, систем или процессов. Этот процесс направлен на улучшение технических характеристик, снижение затрат и обеспечение конкурентоспособности. При проведении модернизации термического участка будет использован комбинированный тип, который включает в себя приобретение дополнительного оборудования и улучшение технологического процесса термической обработки крепежных изделий.

На предприятии ООО «Авиасервис» складывается проблемная ситуация, обусловленная пропускной способностью оборудования для термической обработки алюминиевых изделий и технической невозможностью осуществления высокотемпературного отпуска для такой марки стали, как 30ХГСА в связи с ограничением максимальной температуры в отпускной печи до 500°С, а также использование масла в качестве закалочной среды, так как закалка на масло характеризуется повышенной пожароопасностью и по ее результатам часто наблюдается покрытие окалиной поверхности обрабатываемого изделия. Это ухудшает качество поверхности и требуют дополнительных операций по очистке, увеличивающих производственные издержки.

Предлагается приобретение дополнительного специализированного оборудования для термообработки крепежных изделий и применение водо-полимерной среды в качестве закалочной. Приобретение нового оборудования позволит полностью устранить существующие ограничения по температуре и производительности, что в свою очередь приведет к повышению качества термической обработки и ускорению производственных процессов. Применение водо-полимерной среды в качестве закалочной поможет устранить недостатки, такие как: пожароопасность и необходимость дополнительной очистки и обезжиривания поверхностей деталей, ухудшенные санитарно-гигиенические условия труда при работе с масляными ваннами, которые свойственны самой природе масел и не могут быть устранены технологическими приемами и методами, образование окалин и недостаточная интенсивность охлаждения для некоторых марок стали.

Ожидаемые результаты модернизации участка термической обработки с применением нового оборудования и водо-полимерной закалочной среды.

1. Снижение выбросов загрязняющих веществ: замена традиционного закалочного масла на водо-полимерную среду снизит количество эмиссий углеводородов и токсичных паров, связанных с высокотемпературной обработкой металлов.

2. Энергоэффективность: новое оборудование оснащено системами автоматического контроля и управления энергопотреблением, что приведет к снижению расхода электроэнергии и тепла.

3. Повышение производительности: дополнительное оборудование обеспечивает увеличение объемов обрабатываемой продукции и сократит простои.

4. Сокращение затрат на материалы: переход на водо-полимерные закалочные среды снизит расходы на закупку и утилизацию масляных эмульсий.

5. Улучшение качества продукции: минимизация дефектов и брака за счет снижения вероятности перегрева или недоохлаждения металла улучшит выход годной продукции и снизит издержки на переработку.

6. Рост рыночной конкурентоспособности: повышение качества продукции и сокращение сроков выполнения заказов укрепит позиции предприятия на рынке.

УДК 658

КОМПАНИЦА К.С., РЯБОВА Л.И.

ТЕХНИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АУДИТ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА ООО «ВОЛГАСТАЛЬПРОЕКТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

ООО «ВолгаСтальПроект» – молодая, но уже имеющая богатый опыт металлургическая компания, с высоким темпом развития производства. Основное направление деятельности предприятия - производство металлургических заготовок деталей, применяемых в различных отраслях машиностроения, в том числе в атомной энергетике, нефтехимии, судостроении, транспортном машиностроении, производстве грузоподъемного оборудования, оборудования для горнодобывающей промышленности. Современная бизнес-среда требует от производителей постоянного улучшения качества и снижения затрат. Технико-технологический аудит позволяет выявить слабые места и внедрить оптимизации для повышения конкурентоспособности.

Технико-технологический аудит – это систематический процесс сбора и анализа информации о производственных технологиях и процессах с целью их оптимизации. Этот процесс включает несколько взаимосвязанных этапов, каждый из которых играет ключевую роль в успешной организации и запуске производства. Основными этапами являются: определение уровня эффективности использования ресурсов, выявление резервов оптимизации производственных процессов, оценка технологий действующим стандартам и требованиям, установление возможности внедрения инновационных решений и технологий, снижение уровня материально-производственных затрат и обеспечение качественного улучшения продукции.[1]

Проблемы неравномерной загрузки производства, неэффективного использования ресурсов, низкой скорости модернизации - одни из самых распространенных на производственных предприятиях.[2] Эти характеристики неизбежно влекут за собой повышение уровня материально-производственных запасов и трудоемкости операций. Для решения поставленных задач было принято решение проводить технико-технологический аудит производства. Проведение технико-технологического аудита на ООО «ВолгаСтальПроект» позволит не только выявить проблемы, но и разработать конкретные меры по их устранению. Аудит нацеливает предприятие на постоянное развитие, основанное на эффективности использования ресурсов, инновационных решениях и высоких стандартах качества, что в конечном итоге приводит к повышению конкурентоспособности и успеху на рынке.

На данный момент проведен информационный анализ этапов и методологии проведения технико-технологического аудита, рассмотрены сущность, законодательные и норматив-

ные основы технико-технологического аудита, выполнена сравнительная оценка отечественных и зарубежных методик, рассмотрен опыт решения проблем производства алюминиевого литья.

По результатам внедрения разработки ожидается получение существенного экономического эффекта.

Библиографический список

1. Методологические и прикладные вопросы технологического аудита российских промышленных предприятий/ Митяшин В.Г.
2. Современные проблемы металлургии: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов-магистрантов всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 /НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: В.Н. Гущин, Г.А Геворгян, - Нижний Новгород, 2020. – 40 с.

УДК 621.74

КОРНИЛОВ В.В., КОРОВИН В.А.

ТЕХНИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА ЛИТЕЙНО-МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯ АО «ВМЗ» ОМК , г. Нижний Новгород

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Выксунский металлургический завод (АО "ВМЗ") является одним из старейших и крупнейших металлургических предприятий России, входящим в состав Объединённой металлургической компании (ОМК). Технологическая база предприятия включает уникальные разработки, такие как производство вакуумированной стали для ответственных изделий, применение машин непрерывного литья заготовок и использование технологии термомеханической прокатки рельсов. Система контроля качества на ВМЗ включает современные методы неразрушающего контроля: ультразвуковую дефектоскопию, рентгеновский контроль, спектральный анализ металлов и механические испытания.

В связи с планами увеличения объемов выпуска трубной продукции на АО "ВМЗ"был проведен технико-технологический аудит действующего трубопрокатного производства. По результатам исследования выявлен ряд критических проблем, требующих незамедлительного решения:

- зависимость от импортных компонентов,
- износ производственных мощностей,
- качество продукции,
- низкая операционная эффективность.

В рамках подготовки программы модернизации трубопрокатного производства ВМЗ проведен комплексный бенчмаркинг российских и зарубежных предприятий, в ходе которого проанализированы как успешные практики (внедрение предиктивного обслуживания на ВМЗ), что позволило сформировать оптимальную стратегию модернизации, включающую поэтапную замену оборудования с сохранением ключевых технологий, развитие собственного производства комплектующих, внедрение гибридной системы контроля качества и масштабную подготовку персонала для минимизации рисков и плавного перехода на новые технологические решения.

ВМЗ начал техническое перевооружение трубопрокатного производства с внедрением современных технологий горячей прокатки, включая создание участка прецизионной прокатки малых диаметров. Технология основана на использовании многоклетьевых станов с компьютерным управлением, что гарантирует минимальные отклонения толщины стенки и отличное качество поверхности труб.

Особое значение в процессе прецизионной прокатки имеет выбор инструментального оснащения. На большинстве российских предприятий традиционно используются твердосплавные валки импортного производства, характеризующиеся рядом существенных недостатков, включая высокую стоимость, длительные сроки поставки. В рамках настоящего исследования основное внимание уделено поиску альтернативных решений в области инструментального оснащения, которые позволят не только устранить указанные недостатки, но и повысить производительность прокатного стана.

Итогом реализации проекта станет значительное улучшение технико-экономических показателей производства.

1.Технологии металлургического производства / под ред. В.М. Колобанова. — М.:Металлургия, 2020. — 512 с.

УДК 669

КРЫЛОВ М.М., ЧЕБЕРЯК О.И.

МИНИМИЗАЦИЯ ПОТЕРЬ МЕТАЛЛА ПРИ ВЕДЕНИИ ВАКУУМНОЙ ИНДУКЦИОННОЙ ПЛАВКИ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА АО «РУСПОЛИМЕТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Производство слитков ответственных марок стали, это сложный технологический процесс, сопровождающийся целым рядом технологических параметров, оказывающих непосредственное влияние не только на качество конечной продукции, но и эффективность производства [Ковалев Ю.М., Коваленко Н.Н., 1974]. В рамках рыночной экономики, все более остро встают вопросы ресурсосбережения, подчеркивая актуальность поиска новых технических решений снижения потерь в производственном цикле[Филимоненко А.Н. 2012].

В рамках производства АО «Русполимет», стальные слитки получают при использовании вакуумно-индукционной плавки (ВИП).

Процесс получения слитков в установках ВИП состоит из следующих технологических операций:

- загрузка корзин с шихтой в загрузочную камеру;
- подача материала в тигель;
- получение низкого остаточного давления в установке;
- нагрев шихты при помощи индуктора;
- ведение плавки;
- сброс давления, разливка готового металла через карусельный механизм в пром-ковш.

Анализ особенностей конструкции системы, самого процесса ВИП, и в целом технологического процесса, выявил несколько источников существенной потери металла:

- в процессе плавки, в зависимости от выплавляемой марки, выделяются испарения, больше всего в процессе кипения сплава;
- при повышенной загрузке тигля шихтой в процессе плавки на верхней части тигля образуется скопление затвердевшего металла, масса которого может достигать несколько тонн;
- процессе выпуска металла часть его приваривается к стенкам тигля, этот металл теряется, уходит в скрап;
- при разливке выпускаемого ВИП металла через так называемый карусельный механизм часть металла выплёскивается через сливной механизм ковша.

Для повышения экономической эффективности вакуумно-индукционной плавки предлагается исследовать следующие пути сокращения технологических потерь металла:

- поиск оптимального вакуумного режима и температурных параметров процесса плавки;
- определение технических условий, регламентирующих массу и состав шихтовых материалов, обеспечивающих оптимальное наполнение тигля.
- поиск мер защиты внутренней стенки тигля уменьшающих прилипание остатков расплава после выпуска металла;
- модернизация карусельного механизма позволяющая сократить потери на данном этапе производства.

Приоритетным направлением исследования является глубокий анализ путей решения вышеприведённых задач, оценка полученных экспериментальных данных эффективности технических решений по уменьшению потерь металла при ВИП с последующим определением экономического эффекта [Балакирев Л.С., Попович В.В., 2000].

Библиографический список:

1. Филимоненко, А.Н. ВАКУУМНЫЕ ИНДУКЦИОННЫЕ ПЕЧИ, ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ. Литье и металлургия. 2012;(3):с 248-250.
2. Ковалев Ю.М., Коваленко Н.Н. — Индукционный нагрев и плавка металлов. М.: Энергия, 1974 г.
3. Балакирев, Л.С. — Вакуумная металлургия / Балакирев Л.С., Попович В.В. – Санкт-Петербург: Политехника, 2000 г.

УДК621:669

ЛАКЕЕВА Т.Н, ЛЕУШИН И.О.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ СХЕМЫ АЛЮМИНИЕВОГО ЛИТЬЯ ПОД НИЗКИМ ДАВЛЕНИЕМ В УСЛОВИЯХ БЕ «ЗАВОД ЦВЕТНОГО ЛИТЬЯ» ООО «НИЖЕГОРОДСКИЕ АВТОКОМПОНЕНТЫ» ГРУППЫ КОМПАНИЙ ГАЗ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Совершенствование технической схемы алюминиевого литья под низким давлением в условиях БЕ «Завод цветного литья» ООО «Нижегородские автокомпоненты» Группы компаний ГАЗ является крайне актуальной темой в современных условиях. Рост требований к качеству алюминиевых отливок в автопроме, необходимость оптимизации производственных процессов и повышение конкурентоспособности продукции определяют актуальность данного направления.

В настоящее время на предприятии используются алюминиевые сплавы марок АК7, АК9, АК12, технология литья под низким давлением. Основные параметры процесса включают температуру расплава 720-750°С и давление 0.02-0.08 МПа.

Направления совершенствования включают технологические улучшения: автоматизацию контроля давления, модернизацию системы плавки, оптимизацию температурного режима, совершенствование процесса газоудаления. Техническое оснащение предполагает внедрение компьютерного управления печами, современных датчиков давления, автоматизацию процесса заливки металла и улучшение системы термоконтроля.

Ожидаемые результаты включают повышение производственных показателей: выход годных отливок до 98%, снижение брака на 20-25%, рост производительности на 15-20%, экономию энергозатрат 10-12%. Качество продукции улучшится за счет повышения плотности, снижения пористости, улучшения механических свойств и стабильности геометрических размеров.

Экономическая эффективность проявляется в снижении себестоимости продукции на 12-15%, росте объемов производства на 20%, оптимизации расходов. Инвестиции окупятся

за 18-24 месяца, что приведет к повышению рентабельности и усилению конкурентных преимуществ предприятия.

Практическая реализация предусматривает следующие этапы: диагностику оборудования, разработку технической документации, модернизацию производственных линий, обучение персонала, тестирование и наладку оборудования. Организационные меры включают создание рабочей группы, разработку регламентов обслуживания, внедрение системы контроля качества и организацию технической поддержки.

Перспективы развития связаны с внедрением компьютерного моделирования литья, автоматизацией контроля качества, оптимизацией логистики производства и развитием системы управления. Стратегическое развитие предполагает расширение ассортимента продукции, выход на новые рынки сбыта и укрепление позиций предприятия в производственной цепочке ГК ГАЗ.

Комплексная модернизация позволит значительно повысить эффективность производства алюминиевого литья под низким давлением, улучшить качество продукции и укрепить рыночные позиции предприятия.

Беккер, М.Б. Литье под давлением: учебник / М.Б. Беккер. М.:Высшая школа. 1978. - 213 с.

УДК 621:669

МАРГУН Д.С., ГЕЙКО М.А.

РАЗРАБОТКА МЕТОДИЧЕСКОГО И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ НОВЫХ И МОДЕРНИЗАЦИИ ДЕЙСТВУЮЩИХ ЛИТЕЙНЫХ ЦЕХОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проектирование литейных цехов часто является сложным процессом, занимающим большое количество времени на «прорисовку» типовых элементов цехов. Современные системы автоматизированного проектирования, такие как «Компас 3D», предлагают отличные возможности для упрощения этих задач. Они позволяют создать специальное методическое и программное обеспечение, которое автоматизирует весь процесс – от выбора оборудования до создания типовых участков цехов и их параметризации.

Основная цель разрабатываемого методического и программного обеспечения заключается в создании специализированных, параметризированных эскизов участков и инструкций для использования в рамках программы «Компас 3D». Эти эскизы будут направлены на автоматизацию основных этапов проектирования литейных цехов. Внедрение данной системы позволит сократить время на выполнение проектировочных работ и уменьшить количество возможных ошибок благодаря стандартизации подходов и применению готовых шаблонов.

Ключевые элементы создаваемой системы – это библиотеки стандартных компонентов, типовых участков с возможностью увеличения оборудования, размещаемого на площадях данного участка посредствам параметризации эскизов, и конструкций, широко применяемых в литейном производстве. Эти библиотеки позволят инженерам быстро находить и внедрять проверенные временем решения, ускоряя процесс проектирования и минимизируя риск ошибок. Модульная архитектура системы обеспечит высокую степень адаптивности к различным условиям производства и требованиям.

На данный момент проведен информационный анализ существующих систем автоматизации проектирования литейных цехов, рассмотрены способы и последовательности при

проведении данных работ, выполнена сравнительная оценка отечественных и зарубежных САПР, рассмотрены наиболее важные цифровые инструменты и области их применения.

По результатам разработки и внедрения методического и программного обеспечения ожидается создание библиотеки типовых участков, что позволит сократить время на проектирование, уменьшить количество ошибок и повысить качество проектных решений, что положительно скажется на общей производительности при проектировании цехов в ВКР, курсовых проектов и при работе над хозяйственными договорами. Кроме того, использование унифицированных методик и инструментов упростит обучение студентов и сделает этот процесс проектирования более прозрачным и управляемым.

УДК 669.1

СИРОТКИН А.А., МАСЛОВ К.А.

ВЫПЛАВКА СТАЛИ С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ АЗОТА ДЛЯ ПОКОВОК В УСЛОВИЯХ АО «РУСПОЛИМЕТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Азот представляет собой химический элементом, который используют в металлургии для улучшения свойств стали. Этот элемент способствует повышению прочности, износостойкости, а также коррозионной стойкости, делая сталь более устойчивым к различным как механическим воздействиям, так и агрессивным средам. Однако, не смотря на все свои преимущества, существует проблема, из-за которого не удается достичь нужный показателей по содержанию азота, а именно низкое усвоение азота в стали, снижающий эффективность процесс легирование.

Основной причиной возникновение низкого усвоение азота является использование материалов в традиционном методе производства азотистых сталей. В этом методе используют, в качестве легирующих материалов для получения азота в стали, ферросплавы азотированные, которые вводят во время процесса плавки металла. Ферросплавы азотированные представляют собой сплавы железа с различными элементами, обогащенными азотом. Использование таких ферросплавов влечет за собой ряд проблем.

Во-первых, происходит локальное насыщение азота в стали, которое происходит вследствие неравномерного распределение азота жидком металле, так как в ферросплаве могут присутствовать вредные примеси, которые будут снижать усвоение азота.

Во-вторых, после присадки ферросплавов происходит повышение активность шлака в ковш с жидким металлом, так как во время этой активности происходит выделение угарного газа во время, которого вместе угарного газа улетучивается азот.

В-третьих, сложность дозирование азота в металле, которое заключается из-за различных размеров кусковых материалов.

Чтобы улучшить качество поковок и сократить риск возникновения дефектов, поставили цель найти экономичное технологическое решение, подходящее для условий производства и не требующее больших вложений при внедрении.

Для предотвращения низкого усвоение азота в жидком металле будет использоваться альтернативный способ легирование стали азотом, а именно: использование порошковой азотированной проволоки. Порошковая проволока представляет собой металлическую оболочку, наполненную порошковым наполнителем.

Метод отличается высокой точностью дозировки вводимого азота, что позволяет контролировать содержание азота в стали с большой точностью. Проволока вводится не на поверхность металла, как это происходит у ферросплава, а в его глубь. Это позволяет достичь распределения азота по всему объему металла, что позволяет исключить локальное насыщение азота.

Использование порошковой азотированной проволоки вместо ферросплава азотированных позволит минимизировать улетучивание азота, повышая общую экономичность процесса производства, а также улучшит микроструктуру стали, обеспечивая однородность механических свойств по всему объему металла.

Библиографический список

1. Бигеев, А.М. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. Учебники для вузов, 3-е изд. перераб. и доп. / Бигеев А.М., Бигеев В.А., Магнитогорск: МГТУ, 2000. 544 с.
2. Костина, М.В. Азотосодержащие стали и способы их производства / Костина М.В., Ригина Л.Г. // Известия высших учебных заведений. Черная Металлургия. 2020;63(8):606-622.

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.669.187.56

СТУПИН Я.М., ЯРОВАЯ Е.И.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЭЛЕКТРОШЛАКОВОГО ПЕРЕПЛАВА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОКАЧЕСТВЕННЫХ СЛИТКОВ СТАЛЕЙ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Для ответственных изделий в атомной, энергетической, тяжелой и нефтехимической промышленности важно обеспечить высокие рабочие характеристики материалов и надежность ключевых узлов — от корпусов до валов и трубопроводов. Это требует применения передовых методов изготовления исходных литых деталей с высокими прочностными, антикоррозионными, стойкими к экстремальным температурам характеристиками . Электрошлаковый переплав — одна из наиболее выгодных с точки зрения эффективности и выхода годных слитков технологий с , гарантирующая 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

Несмотря на значительные достижения в технологиях плавки и последующей обработки стали, остаются нерешенными проблемы финального этапа формирования слитков методом электрошлакового переплава для специальных марок стали, такие 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, подбор состава флюса [2, 3].

Состав флюса имеет определяющее значение для получения качественной поверхности слитка (без гофр), равномерного химического состава по высоте слитка, отсутствию пригара и высокой скорости переплава при обязательном сохранении оптимальных характеристик по вязкости, электросопротивлению, десульфурирующей и рафинирующей способностям. Для обеспечения вышеперечисленных свойств и устранения дефектов в процессе электрошлакового переплава предлагается флюс марки АНФ-25 в ГОСТе 30756-2001 с добавкой хлоридов KCl и $MgCl_2$, которые могут исключать такие дефекты как пригары, пережимы, и пригар флюса в донной части слитка. Его температурный режим плавления колеблется от 1350 до 1450 °С, что обеспечивает высокую защиту от вытекания слитка и флюса при переплаве высокопрочных сталей. Плотность предлагаемого флюса колеблется в пределах 1,5-2 г/см³, это

означает, что флюс обеспечивает высокую степень защиты шлаковой ванны и может исключить такие дефекты как пригар, гофра и пережимы на стенках слитка за счет крупных зерен флюса. Добавки KCl и $MgCl_2$ в концентрации 2% от общей массы флюса существенно понижают вязкость шлака, делая его более подвижным и легко растекающимся, обеспечивают устойчивость структуры слитка за счет формирующейся оболочки вокруг слитка для защиты от воздействия внешних факторов. Добавки хлоридов марганца и калия регулируют температуру плавления за счет того, что хлориды являются сильными ионзирующими веществами, которые легко распадаются на ионы, и поэтому действуют как поверхностно-активные вещества, уменьшающие поверхностное натяжение расплава.

Библиографический список

1. Ястреб, Ю.М. Теория и технология переплава. «Машиностроение», 1991.320 с.
2. Клукина, Л.И. Эффективность разных установок ЭШП. – Москва, 2007. – 135 с.
3. Макуров, С.Л. Совершенствование технологии электрошлакового переплав / Макуров С.Л., Мотренко С.А., 2002. – 214 с.

УДК 621

УЛЬЯНОВ А.К., ЧЕБЕРЯК О.И.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ИЗДЕЛИЙ ИЗ АНТИФРИКЦИОННЫХ МЕТАЛЛОКОМПОЗИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ МЕДИ В УСЛОВИЯХ АО ПКО «ТЕПЛООБМЕННИК»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева»

Производство изделий из антифрикционных металлокомпозитных материалов на медной основе осуществляется методами порошковой металлургии. Основные этапы производства включают подготовку исходных порошков, смешивание шихты, формование и спекание. [1]

Благодаря таким свойствам, как высокий коэффициент трения и износостойкость медь и сплавы на ее основе являются весьма перспективными для производства антифрикционных изделий. [2]

К антифрикционным изделиям предъявляются высокие требования касательно получаемой структуры и свойств. Для получения оптимального значения по прочности и пористости структуры требуется специальное оборудование и отлаженный технологический процесс. [3]

В условиях АО ПКО «Теплообменник» в результате невысокой производственной программы и износа оборудования существующий техпроцесс нуждается в оптимизации.

Для реализации этой цели предлагаются следующие варианты:

- применение установок классификации порошков под действием вибрации (вибросит);
- использование установки горячего изостатического прессования (ГИП);
- внедрение в производство аддитивных технологий.

В качестве перспективного варианта предлагается применение аддитивных технологий, а именно технологии 3-D печати методом селективного лазерного спекания порошков (СЛС). Особенности данного решения заключаются в следующем:

- не требуется разработка и производство оснастки, так как контур детали выстраивается послойно в рабочем пространстве принтера;

- при использовании технологии возможно применение принципа обратного проектирования, что исключит необходимость использования бумажной документации и упростит процесс создания продукции на новом оборудовании;
- применение 3-D принтера позволит совместить операции формования и спекания в одном агрегате, что снизит издержки при производстве и увеличит производительность.
- при использовании метода селективного лазерного спекания получается пористая структура, что является необходимым аспектом для антифрикционных изделий из металлокомпозитных материалов на медной основе [4-5].

Применение технологии СЛС осуществимо для производства антифрикционных изделий из материалов АМК-1 и АМК-4, которые применяют в АО ПКО «Теплообменник», так как использование лазера высокой мощности обеспечивает своевременный нагрев и охлаждение наращиваемых слоев заготовок, рабочее пространство принтера обеспечено подачей защитного газа, что повторяет условия при спекании заготовок традиционными методами, а использования цифровых технологий увеличивает степень контроля за техпроцессом.

Основные преимущества при использовании 3-D печати методом селективного лазерного спекания в сравнении с традиционными методами порошковой металлургии:

- снижение сроков разработки и производства изделий;
- снижение расхода материала и повышение коэффициента выхода годного материала;
- возможность увеличения номенклатуры изделий и повышение производственной программы;
- возможность контроля и варьирования параметров формования и спекания заготовок.

Библиографический список

1. 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.
2. Изготовление полуфабрикатов и изделий из порошков меди и медных сплавов: учебное пособие / Ю.Н. Логинов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2008. – 208 с.
3. Трение и антифрикционные материалы:учебное пособие / М. А. Филиппов, О. Ю. Шешуков; М-во науки и высш. образования РФ. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2021. — 204 с.
4. https://habr.com/ru/companies/top3dshop/articles/589939/
5. Способ получения металлокерамического композиционного материала методом селективного лазерного сплавления [Электронный ресурс]: патент RU 2 801 975 C1 / С. В. Неруш, А. М. Рогалев, Д. И. Сухов, И. А. Богачев, П. Б. Мазалов, Е. И. Курбаткина, Ф. Л. Шошев, – НИЦ "Курчатовский институт" - ВИАМ.

УДК 669

ФРОЛОВ Д.А., МАСЛОВ К.А.

МЕТОДЫ РАСКИСЛЕНИЯ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ В УСЛОВИЯХ ДЕЙСТВУЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВА АО «РУСПОЛИМЕТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е.Алексеева

АО "Русполимет" – это крупный, современный металлургический завод, специализирующийся на производстве высококачественных специальных сталей и сплавов, востребованных в различных отраслях промышленности. Использование передовых технологий и постоянное совершенствование производства позволяют компании успешно конкурировать на

российском и мировом рынках. Основными потребителями компании являются авиационная и энергетическая промышленность. Именно поэтому от производства требуется постоянного улучшения качества продукции и снижения затрат. Нахождение и внедрение новых методов раскисления позволит добиться нужных результатов, что повысит конкурентоспособность на рынке.

Раскисление– важнейшая технологическая операция в металлургии, направленная на удаление или связывание кислорода, растворенного в жидком металле. Наличие кислорода в металле негативно влияет на его свойства: ухудшает пластичность, ударную вязкость, свариваемость, стойкость к коррозии. Именно правильный выбор метода раскисления и раскислителя обеспечивает получение высококачественного металла с заданными свойствами.

Проблемы неравномерного протекания процессов раскисления, неэффективного использования раскислителей и модификаторов, низкая скорость внедрения новых методов раскисления и модификации неметаллических включений - одни из самых распространенных на металлургических предприятиях. Эти характеристики неизбежно влекут за собой повышение уровня загрязнения металла неметаллическими включениями и трудоемкости операций по очистке металла. Для решения поставленных задач было принято решение проводить технологический аудит процесса раскисления. Проведение технологического исследования на АО Русполимет позволит не только выявить проблемы в процессе раскисления и модификации неметаллических включений, но и разработать конкретные меры по их устранению для получения металла с заданными свойствами и снижения негативного влияния неметаллических включений на качество продукции. Разработка новых методов раскисления позволит предприятию выйти на новый уровень производства, благодаря минимальному содержанию вредных примесей в металле и сплавах, что в конечном итоге приведет к повышению конкурентоспособности и успеху на рынке.

На данный момент проведен информационный анализ методов раскисления металлов и сплавов, а также возможность внедрения новых методов в действующее производство, выполнена сравнительная оценка отечественных и зарубежных методик.

По результатам внедрения разработки ожидается получение существенного экономического эффекта, а так же снижение уровня загрязнения окружающей среды продуктами раскисления.

1. Современные проблемы металлургии: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов-магистрантов всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 /НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: В.Н. Гущин, Г.А Геворгян, - Нижний Новгород, 2020. – 40 с.

УДК 669.2

ШКИЛЁВА Д.А., РЯБОВА Л.И.

ОПТИМИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВАКУУМНО-ДУГОВОГО ПЕРЕПЛАВА ЖАРОПРОЧНОГО НИКЕЛЕВОГО СПЛАВА В УСЛОВИЯХ АО «РУСПОЛИМЕТ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вакуумно-дуговой переплав (ВДП) расходуемых электродов из никелевых сплавов является эффективным методом получения качественных металлических слитков в металлургии. Эта технология, основанная на применении электрической дуги в вакууме, используется для производства слитков, служащих основой для создания высококачественной металлопродукции [1].

Одной из основных трудностей при формировании слитка методом ВДП из жаропрочного никелевого сплава марки ХН58МБЮ (ВЖ159) является появление усадочной раковины в верхней части слитка, размеры которой превышают допустимые нормы [1].

Исследование технологии ВДП сплава ВЖ159 открывает возможности для улучшения процесса. Новые подходы могут снизить энергозатраты, повысить стабильность дугового горения и оптимизировать параметры, уменьшая расходы и улучшая качество слитков [2].

На предприятии изучали причины появления крупных усадочных дефектов на слитках из жаропрочного никелевого сплава на финальной стадии их формирования. Чтобы улучшить качество слитков и сократить риск дефектов, поставили цель найти экономичное технологическое решение, подходящее для условий производства и не требующее больших вложений при внедрении [2].

Основные параметры переплава, влияющие на возникновение усадочных дефектов, включают ток и напряжение дуги, плотность тока на электроде и соотношение диаметров электрода и кристаллизатора. Скорость наплавления слитка определяет правильность процесса ВДП и рассчитывается исходя из отношения массы слитка ко времени переплава без учета нагрева электрода и обогрева ванны. Форма и размер усадочной раковины должны соответствовать нормам [3].

После анализа принято было решение изменить технологические параметры на последнем этапе ВДП сплава ВЖ159. Эти изменения направлены на улучшение качества слитков и уменьшение риска усадочных дефектов в никелевых сплавах [3].

Предложенный вариант проведения вакуумно-дугового переплава включает снижение силы тока на 25% от номинального значения на основном этапе процесса ВДП, тогда как на этапе вывода усадочной раковины предполагается увеличение тока на 31%. Напряжение остается неизменным, а скорость переплава уменьшается на 17%. Масса остатка нерасплавленного расходуемого электрода сокращается на 42%.

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.

УДК 621.74

БЛАЖЕНОВ И.В., КОРОВИН В.А.

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОЧНОГО ЧУГУНА С ПОВЫШЕНИЕМ МАРКИ ДО ВЧ70 В УСЛОВИЯХ ООО «ЭЛЬМАШ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Чугун является наиболее распространенным материалом для изготовления литых деталей машин [1]. В мире производство отливок из чугуна составляет от 70 до 75%. Такое широкое распространение чугуна объясняется его уникальными свойствами [2].

Повышение марки высокопрочного чугуна при помощи термообработки является эффективным способ значительно улучшить его механические свойства, в частности, прочность, твердость и износостойкость, не меняя химический состав кардинально. Термическая

обработка позволяет влиять на микроструктуру металла, оптимизируя размер, форму и распределение графитных включений, а также структуру металлической матрицы (феррит, перлит, бейнит, мартенсит, аустенит). Исходя из этого, целью работы стало повышение марки чугуна в условиях базового производства с ВЧ45 до ВЧ70.

В мировой практике используют следующие виды термообработки высокопрочных чугунов: отжиг, нормализация, закалка, отпуск и изотермическая и поверхностная закалки. Выбор режима термообработки зависит от исходной марки чугуна и желаемых свойств конечного продукта.

В условиях ООО «ЭЛЬМАШ» получают отливки из высокопрочного чугуна марки ВЧ45 с химическим составом представленным в таблице 1.

Таблица 1

Химический состав ВЧ45

Химические элемент	C	Si	Mn	S	P	Cr
Содержание, %	2,7 – 3,8	0,5 – 2,9	0,3 – 0,7	до 0,02	до 0,1	до 0,1

Основной из сложностей изменения марки чугуна с ВЧ45 до ВЧ70 в отливках является то, что в отливках может быть не та, либо неоднородная микроструктура. Для повышения марки нам необходимо организовать в условиях базового предприятия получение ВЧ45 с перлитной матрицей. Для выравнивания микроструктуры ВЧ45 в отливках необходима предварительная термообработка.

Для предварительной термообработки будем использовать нормализацию. Нормализацию будем проводить следующим образом:

- медленный нагрев (60-120ºС в час) отливок до 880-920ºС для гомогенизации;
- охлаждение отливок на воздухе с целью измельчения структуры.

В качестве основной термообработки для получения ВЧ70 из ВЧ45 будем применять изотермическую закалку следующим образом:

- нагрев до температуры аустенизации (850-950°С, в зависимости от химического состава расплава, полученного при спектральном анализе пробы из ковша). Важно, чтобы время выдержки при этой температуре было достаточным для полного превращения структуры в аустенит, но не слишком длительным, чтобы избежать роста зерна;
- быстрое охлаждение до температуры изотермического превращения (250-400°С) с последующей выдержкой от 1 до 3 часов.

Повышение марки высокопрочного чугуна с ВЧ45 до ВЧ70 только за счет термообработки является сложной задачей, требующей тщательного анализа исходного материала, подбора оптимального режима термообработки и строгого контроля всех параметров процесса.

Библиографический список

1. Основы литейного производства: учебник/ А.И. Вальтер, А.А.Прототипов – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. – 332 с.
2. Сапунов С.В. Материаловедение: Учебное пособие. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб.: Издательство «Лань», 2022. – 208 с.

СЕКЦИЯ 7

ФИЗИКА ЯДЕРНЫХ И ВОЛНОВЫХ ПРОЦЕССОВ, ТЕХНОЛОГИИ УСТАНОВОК

Подсекция 7.1

Ядерная энергетика

УДК 621.039

БЫЧКОВ Т. Д., САТАЕВ А. А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ВИБРАЦИОННОГО ОТКЛИКА НА ВОЗДЕЙСТВИЕ КАВИТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

В современном мире центробежные насосы применяются повсеместно, поэтому следует учитывать кавитацию, которая приводит к вибрации как насоса, так и всего контура циркуляции в целом, влияющей на КПД насоса и его потребляемую мощность.

Целями и задачами работы являются: определение режимов кавитации по экспериментальным данным; выявление зависимости амплитуды вибрационных перемещений от режима кавитации; сопоставление циклов вибрационной нагрузки с теоретическими для оценки долговечности гидродинамического контура и насосного агрегата.

Исследование проводится в условиях вынужденного движения теплоносителя. Условия и методика проведения эксперимента согласно ГОСТ 34437-2018 «Методика экспериментального определения гидравлических и кавитационных характеристик». Режим кавитации достигается превышением допустимой температуры теплоносителя и высоты всасывания центробежного насоса. Исследовательский стенд (Рис. 1) представляет собой замкнутый гидродинамический контур, включающий в себя приемную емкость (1), центробежный консольно-моноблочный насос (2), мановакуумметр (3), манометр (4), расходомер (5), датчик вибрации, регулирующую арматуру (ЗД-1, ЗД-2, ЗД-3).

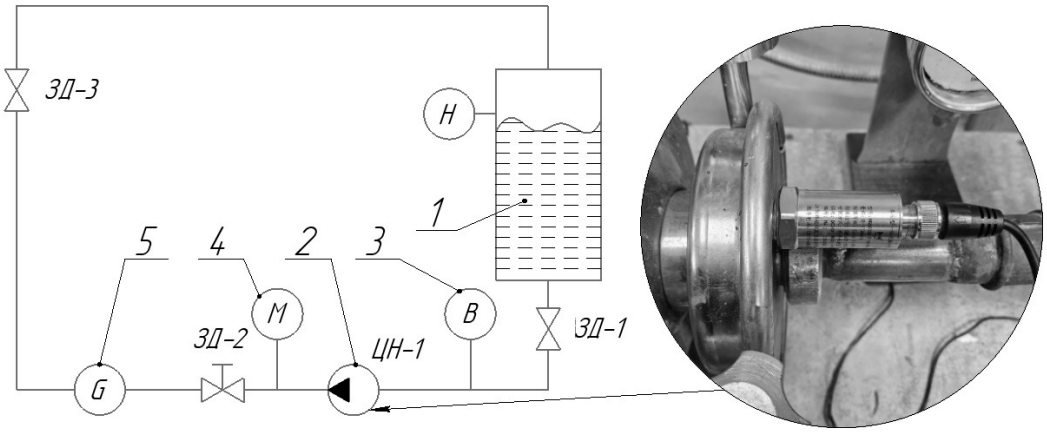


Рис. 1. Экспериментальная установка

Ожидаемые результаты состоят в том, что при достижении развитого режима кавитации вибрационные перемещения кратно увеличатся по сравнению со штатным режимом работы насоса при отсутствии областей кавитационных пустот (каверн). При увеличении вибрации, будет уменьшаться потребляемая мощность насоса. Уменьшение потребляемой мощности ведет к снижению КПД.

1.Смородов, Е.А. Физика и химия кавитации / Смородов Е.А., Галиахметов Р.Н., Ильгамов М.А. // Москва: «Наука», 2008. - 225 с.

УДК **621.039.5**

ВИХРЕВА А.А.,ФРОЛОВ Н.В., САПРЫКИНА Е.Д.

ЭНЕРГОБЛОК АСММ С РУ РИТМ-200Н ДЛЯ РАЙОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В последние годы в России и во всем мире проявляется значительный интерес к атомным станциям малой мощности (АСММ), которые могут быть использованы для энергоснабжения отдаленных и труднодоступных районов, в том числе в районах Крайнего Севера. В настоящее время на базе основе судового реактора РИТМ-200 ведется разработка проекта энергоблоки АСММ с реакторной установкой РИТМ-200Н (наземное исполнение) с размещением в районе поселка Усть-Куйга, Республика Саха (Якутия). Строительство обусловлено необходимостью реализации крупного проекта по разработке золоторудного месторождения Кючус и созданию соответствующей инфраструктуры.

Замена существующих дизельных электростанций атомными блоками приведет к снижению тарифов на электричество примерно вдвое и улучшению экологической ситуации в регионе.

Реактор РИТМ-200Н тепловой мощностью 190 МВт оснащен активной зоной с новым типом уранового топлива на основе керамической композиции UO_2 в силуминовой матрице с уровнем обогащения по U-235 — 19,4%. Оболочка ТВЭЛа изготовлена из инновационного антикоррозийного сплава 42ХНМ без содержания циркония, исключающего риск возникновения пароциркониевой реакции. Параметры теплоносителя: давление 15,7 Мпа; температура – 283 °Сна входе в реактор и 321°С на выходе.

ЯППУ РИТМ-200Н включает прямоточный парогенератор вертикального исполнения, вырабатывающий 305т/ч перегретого пара с давлением 3,82 МПа и температурой 295 °С.

Проведенные теплогидравлические и нейтронно-физические расчеты подтвердили основные проектные характеристики ЯППУ. Были получены значения продолжительности кампании 1720 эф.суток и глубины выгорания 68, МВт·сут. Также произведен расчет пассивной СПОТ на проектные режимы расхолаживания и определены ее характеристики.

Нами была спроектирована новая турбоустановкас двухцилиндровой паровой турбиной ТК-60/36-3000 электрической мощностью 60 МВт в конденсационном режиме с промежуточной сепарацией пара. Была разработана тепловая схема и произведен ее расчет с определением показателей тепловой экономичности. КПД (нетто) турбоустановки согласно расчету составил 32,02 %. Произведены детальные расчеты проточной части турбины спроектированной турбины.

Учитывая географическое положение поселка Усть-Куйга, расположившегося вдоль реки Яна, покрытой льдом значительную часть года, предусмотрено использование оборот-

ной системы охлаждения с сухими вентиляторными градирнями (аналогично схеме Билибинской АЭС) при расчетном давлении в конденсаторе 6 кПа.

Расчеты показали, что стоимость производства электроэнергии составит порядка 40,17 рублей за киловатт-час, что значительно ниже действующих тарифов на дизельную энергию (средний тариф около 76,3 рубля за кВт·ч в Усть-Янском районе на 2025 г.).

УДК 621.039

ВОРОНОВ А.Н., УГАРОВ М.Ю., ИЛЬЧЕНКО А.Г.

ПРИМЕНЕНИЕ СИСТЕМ ПАССИВНОЙ ЧАСТИ САОЗ И СПЗАЗ В ПРОЕКТАХ ВВЭР

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В настоящей работе приведено описание систем пассивной части САОЗ (ГЕ-1) и СПЗАЗ (ГЕ-2), составлена технологическая схема систем, построена 3D модель систем пассивной части САОЗ (ГЕ-1) и СПЗАЗ (ГЕ-2), а так же приведено сравнение систем в проектах ВВЭР-1000 (серийный), ВВЭР-1200 (ЛАЭС-2, НвАЭС-2) и ВВЭР-ТОИ (КуАЭС-2) по критерию «поддержание активной зоны в безопасном состоянии».

Система пассивной части САОЗ (ГЕ-1) предназначена для подачи в реактор раствора борной кислоты при авариях с потерей теплоносителя. Она включается в работу при снижении давления в первом контуре ниже 5,9 МПа и обеспечивает расход, достаточный для охлаждения АЗ до момента подключения насосов САОЗ ВД, САОЗ НД или подачи борной кислоты от системы СПЗАЗ (ГЕ-2, ГЕ-3) в авариях с потерей теплоносителя.

Система СПЗАЗ (ГЕ-2, ГЕ-3) срабатывает пассивным образом и предназначена для выполнения следующих функций:

- подача борного раствора от ГЕ-2 для поддержания уровня теплоносителя в АЗ при авариях с потерей теплоносителя при падении давления в первом контуре ниже 1,5 МПа;
- подача борного раствора от ГЕ-3 для поддержания уровня теплоносителя в АЗ при запроектных авариях с течами первого контура после исчерпания запаса борного раствора в ГЕ-2;
- подача борного раствора для подпитки бассейна выдержки при запроектных авариях в стояночных режимах.

Таблица 1

Сравнение систем пассивной части САОЗ и СПЗАЗ для реакторов ВВЭР

Энергоблок АЭС	ВВЭР-1000 (серийный)	ВВЭР-1200 (ЛАЭС-2)	ВВЭР-1200 (НвАЭС-2)	ВВЭР-ТОИ (КуАЭС-2)
Объем пассивной части САОЗ	ГЕ-1 240 м^3	ГЕ-1 240 м^3	ГЕ-1 240 м^3 ГЕ-2 960 м^3	ГЕ-1 240 м^3 ГЕ-2 960 м^3 ГЕ-3 720 м^3
Время поддержания АЗ в безопасном состоянии, ч	1,5-2	1,5-2	25,5-26	73,5-74
	По окончании указанного срока энергоблок находится в состоянии проектной аварии			

В современных проектах АЭС с РУ ВВЭР предусмотрены как пассивные, так и активные системы безопасности. В проекте Курской АЭС-2 с РУ ВВЭР-ТОИ (В-510К) предусмотрены системы ГЕ-1, ГЕ-2 и ГЕ-3, обеспечивающие охлаждение АЗ при проектных и запроектных авариях с полным обесточиванием энергоблока в течение 72 ч с момента аварии. В проекте Нововоронежской АЭС-2 с РУ ВВЭР-1200 (В-392М) предусмотрены системы ГЕ-1, ГЕ-2, обеспечивающие охлаждения АЗ при проектных авариях в течение 24 ч с момента возникновения аварии с потерей теплоносителя. При этом в проекте Ленинградской АЭС-2 с РУ ВВЭР-1200 (В-491) предусмотрена только система ГЕ-1, позволяющая отводить тепло от АЗ в течение 1,5 ч с момента возникновения течи первого контура. В таблице приведено сравнение систем пассивной части САОЗ (ГЕ-1) и СПЗАЗ (ГЕ-2) для реакторов ВВЭР.

Проект систем ГЕ-2 и ГЕ-3 обеспечивает безопасную эксплуатацию энергоблока в течении дополнительного времени в режимах проектных и запроектных аварий.

---

1. Асмолов, В.Г. Основы обеспечения безопасности АЭС: учебное пособие для студентов вузов / В.Г. Асмолов, В.Н. Блинков, В.П. Поваров, О.Г. Черников. — М.: НИЯУ МИФИ, 2025. — 296 с.

УДК 621.039.524.2.034.3

ГОРДЕЕВА Д.М., ЛЕПЕХИН А.Н., СОРОКИН С.Е., ФИЛИППОВ Г.С.

РАСЧЕТНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЫГОРАНИЯ ПОГЛОЩАЮЩИХ ЭЛЕМЕНТОВ РО СУЗ РЕАКТОРА ВТГР ДЛЯ АЭТС

АО «ОКБМ Африкантов»

В настоящее время АО «ОКБМ Африкантов» в кооперации с другими предприятиями Госкорпорации «Росатом» и НИЦ «Курчатовский институт» выполняет НИОКР по атомной энерготехнологической стации с реактором типа ВТГР.

Активная зона реактора состоит из шестигранных призматических ТВС, которая формируется из 37 колонн по 10 ТВС по высоте в каждой колонне, с отверстиями для прохода теплоносителя, твэлами и компактами выгорающего поглотителя. Управление реактором происходит стержневыми рабочими органами (РО) СУЗ, которые расположены как в активной зоне, так и в отражателе.

Расчеты выполнялись по прецизионному коду MCU-HTR, реализующему метод Монте-Карло, и аттестованному для решения задач по тематике ВТГР.

Программа MCU-HTR используется для прецизионных нейтронно-физических расчетов методом Монте-Карло характерных ячеек и активных зон высокотемпературных газоохлаждаемых реакторов, включая решение задач выгорания на мощности и выдержки с изменением изотопного состава материалов.

В ходе поставленной задачи был выполнен расчет по определению потери эффективности РО АР, которые расположены в боковом отражателе активной зоны ВТГР. Принималось, что глубина погружения группы РО АР постоянна. За опорное положение стержней было принято состояние, соответствующее максимальной глубине погружения в течение реакторной микрокампании при работе на номинальной мощности.

Принято разбиение поглощающей втулки на три сегмента по азимуту, каждый сегмент в свою очередь был разбит на 20 тонких слоев по толщине. По высоте каждый сегмент регистрировался отдельно. Всего, при принятом разбиении, в одном стержне РО АР насчитывалось 960 регистрационных зон.

Расчет выгорания втулок РО АР выполнялся непрерывно в течение 4800 эфф. сут. (соответствует 12 микрокампаниям реактора по 400 эфф. сут. каждая) на номинальной мощности при фиксированном составе топлива, выгорающего поглотителя и постоянной глубине погружения стержней АР.

В рамках доклада представлены результаты расчета доли выгоревших ядер B^{10} от времени для трех ориентаций стержня в зоне, скорости поглощения нейтронов в зависимости от номера слоя.

Расчетно обоснован ресурс поглощающей втулки по ее эффективности в течение 13,2 лет непрерывного облучения, что соответствует 12 реакторнымикрокампаниям. Таким образом, данный фактор не является ограничивающей ресурс РО величиной. Однако, необходимо выполнить обоснование ресурса РО также с точки зрения радиационной стойкости как поглощающих втулок, так и конструкционного материала стержня.

УДК 621.56

ДЕМАШОВ А.С., РЫЖЕНКОВА А.В., НУЖНОВ Е.А., ТУМАЕВА С.Е., САМОЙЛОВ А.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ГИДРАВЛИЧЕСКОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ЗМЕЕВИКА ОТ ШАГА МЕЖДУ ВИТКАМИ

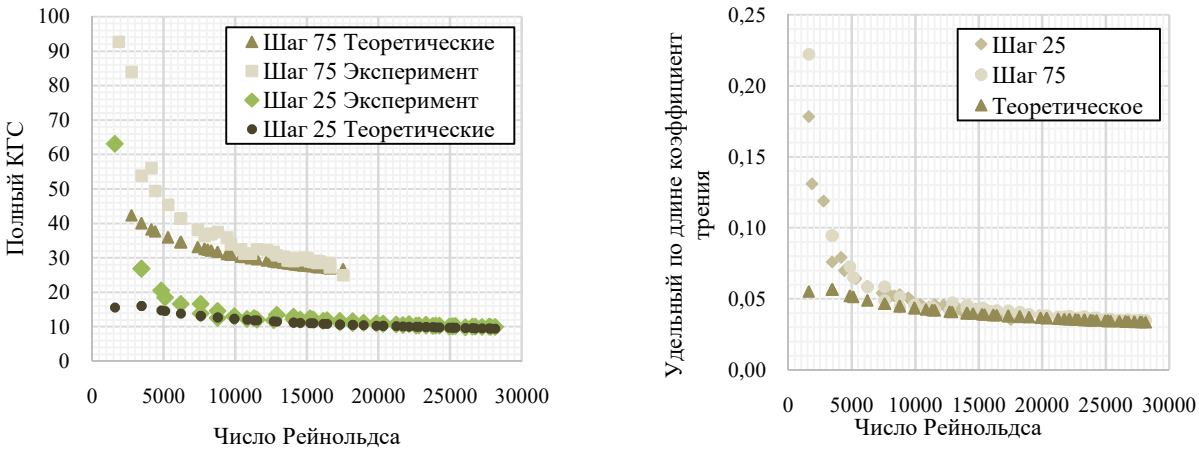
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Гидравлические исследования играют важную роль в определении требуемой мощности циркуляторов для перекачки жидкости. Однако, не для всех объектов доступны данные о гидравлическом сопротивлении. Например, для змеевиков малого радиуса гидравлики (ЗМРГ) такие данные отсутствуют. Поэтому актуально проводить исследования в этой области.

Для исследования гидравлического сопротивления труб в виде ЗМРГ был изготовлен стенд, в состав которого входили: дифференциальный манометр (для измерения перепада давления на исследуемой модели), расходомер, насос, регулирующая арматура для варьирования расхода в контуре, сменный участок для модели ЗМРГ, буферный бак. Исследовались трубки с одинаковой длиной навивки и шагом между витками 25 и 75 мм, относительный шаг навивки равен 6.

На рис. 1 приведены полученные в результате обработки экспериментальных данных значения коэффициентов гидравлического сопротивления (КГС) исследуемых трубок с ЗМРГ от критерия Рейнольдса (полный (а) и удельный (б)). Для определения КГС исследуемой модели использовались стандартные инженерные методы [1]. Для сравнения на рисунке 1 также приведены теоретические значения КГС змеевика, которые получены по соотношениям из [2].

Из рис. 1 видно, что полное гидравлическое сопротивление исследуемых трубок отличается ~ в 2,7 раза, при этом удельное сопротивление практически не отличается. Экспериментальные значения КГС близки к теоретическим при значениях критерия Рейнольдса более 8000. Экспериментальная погрешность полученных данных при значениях критерия Рейнольдса более 10000 составляет 2-3%.



(а) *(б)*

Рис. 1. Графики зависимостей полного КГС от критерия Рейнольдса (а) и удельного КГС (единица длины – один гидравлический диаметр) от критерия Рейнольдса (б)

Библиографический список

1. Идельчик, И. Я. Гидравлическое сопротивление. — Москва: Энергоатомиздат, 1992. — 368 с.
2. Руководящий документ по стандартизации. Методические указания. Тепловой и гидравлический расчет теплообменного оборудования АЭС: РД 24.035.05. — Москва: Стандартинформ, 2005. — 42 с.

УДК 539.12

ДЕМАШОВ А.С.

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ТЕМНОЙ МАТЕРИИ: ОТ АСТРОФИЗИКИ ДО УСКОРИТЕЛЕЙ ЧАСТИЦ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Темная материя составляет около 27% массы-энергии Вселенной и играет ключевую роль в формировании и эволюции галактик. Однако её природа остается одной из самых больших загадок современной физики. Современные исследования направлены на поиск и изучение темной материи с использованием различных методов и технологий, включая астрофизические наблюдения и эксперименты на ускорителях частиц.

Одним из основных методов изучения темной материи являются астрофизические наблюдения, такие как гравитационное линзирование, которое позволяет определить распределение темной материи в галактиках и скоплениях галактик. Исследования космического микроволнового фона (CMB) предоставляют важную информацию о распределении темной материи во Вселенной, что позволяет оценить её плотность и вклад в структурообразование [1]. Например, данные спутника Planck позволили уточнить параметры ΛCDM-модели, которая описывает состав и эволюцию Вселенной.

В Большомадронномколлайдере (LHC) проводятся эксперименты по поиску частиц, которые могут быть кандидатами на темную материю, такие как слабо взаимодействующие массивные частицы (WIMPs). Эти эксперименты включают измерение энергии и импульса продуктов столкновений для выявления возможных следов темной материи. Например, эксперименты ATLAS и CMS активно ищут признаки существования WIMPs в данных столкновений протонов [2].

Прямые методы детектирования включают использование подземных детекторов, таких как XENON и LUX-ZEPLIN, которые предназначены для обнаружения взаимодействий темной материи с обычным веществом. Косвенные методы основаны на поиске продуктов аннигиляции или распада частиц темной материи, таких как гамма-лучи, нейтрино и античастицы. Например, космический телескоп Fermi-LAT используется для поиска гамма-лучей, которые могут быть результатом аннигиляции темной материи в галактическом центре.

Новые подходы к изучению темной материи, включающие как астрофизические наблюдения, так и эксперименты на ускорителях частиц, открывают новые возможности для понимания её природы и роли во Вселенной. Совместные усилия ученых из разных областей физики позволяют надеяться на скорые открытия, которые могут пролить свет на одну из самых больших загадок современной науки.

Библиографический список

1. Бергстрём, Л**.** Темная материя: от частиц до галактик / Л. Бергстрём, Й. Гофман. — Москва: УРСС, 2005. — 250 с.
2. Рубцов, Ю. В. Введение в физику темной материи / Ю. В. Рубцов, С. М. Троицкий. — Москва: Наука, 2015. — 180 с.

УДК 537.226

ДЕМАШОВ А.С.

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ: ПЕРСПЕКТИВЫ И ПРИМЕНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сверхпроводимость – это явление, при котором материал теряет электрическое сопротивление при охлаждении ниже критической температуры. Это открытие имеет огромный потенциал для революции в энергетике, транспорте и информационных технологиях.

В последние годы были открыты новые классы сверхпроводников, такие как высокотемпературные сверхпроводники на основе оксидов меди (например, $YBa_2Cu_3O_7$) и железосодержащие сверхпроводники (например, LaOFeAs). Эти материалы демонстрируют сверхпроводимость при более высоких температурах, что делает их перспективными для практического применения. Например, высокотемпературные сверхпроводники могут работать при температурах, достигающих 130 К, что значительно выше, чем у традиционных сверхпроводников [3].

Сверхпроводники находят применение в создании мощных магнитов, используемых в медицинской диагностике (МРТ), ядерной физике и энергетике. Они также используются в разработке сверхпроводящих кабелей, которые могут значительно повысить эффективность передачи электроэнергии. Например, сверхпроводящие кабели могут передавать электричество без потерь на большие расстояния, что особенно важно для энергосистем будущего [2].

Современные методы исследования сверхпроводимости включают использование сканирующей туннельной микроскопии (STM) и спектроскопии для изучения микроскопи-

ческих свойств материалов. Эти методы позволяют исследовать электронную структуру и механизмы сверхпроводимости на атомном уровне. Например, STM используется для визуализации волн стоячей плотности состояния в сверхпроводниках, что помогает понять их физические свойства [4].

Развитие технологий сверхпроводимости открывает новые возможности для решения глобальных проблем в энергетике и информационных технологиях. Понимание и управление сверхпроводящими свойствами материалов позволяет создавать инновационные устройства и системы, которые могут значительно изменить различные отрасли промышленности.

Библиографический список

1. Камерлинг-Оннес, Х. Исследование низких температур, которое привело к их искусственному производству. - Лейден: Brill, 1908. - 215 с.
2. Тинкхем, М. Введение в сверхпроводимость. - Москва: Мир, 1997. - 480 с.
3. Bednorz J.G. Possible high Tc superconductivity in the Ba-La-Cu-O system / J.G. Bednorz, K.A. Müller // ZeitschriftfürPhysik B Condensed Matter. - 1986. - Vol. 64. - P. 189-193.
4. Dew-Hughes D. The critical state in hard superconductors // Philosophical Magazine. - 1974. - Vol. 30, No 3. - P. 293-306.

УДК 621.039

ДЕМАШОВ А.С., ДИДЕНКО В.В., ЛОБАНОВ А.Е., ХОХЛОВ В.Н.

ПРОБЛЕМЫ ВЫВОДА ИЗ ЭКСПЛУАТАЦИИ СТАРЫХ АЭС: ТЕХНОЛОГИИ ДЕМОНТАЖА И РЕАБИЛИТАЦИИ ТЕРРИТОРИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Вывод из эксплуатации старых атомных электростанций (АЭС) представляет собой сложный и многогранный процесс, требующий решения множества технологических и экологических задач. Основные проблемы связаны с безопасным демонтажем оборудования, обращением с радиоактивными отходами и реабилитацией загрязненных территорий [1].

Демонтаж АЭС включает в себя несколько этапов, начиная с остановки реактора и заканчивая полным разбором сооружений. Одной из ключевых технологий является использование роботизированных систем для работы в условиях повышенной радиации, что позволяет минимизировать риски для персонала [2]. Например, на Чернобыльской АЭС использовались роботы для разборки поврежденных конструкций, что значительно снизило воздействие радиации на работников. Важным аспектом является также разработка методов дезактивации, которые позволяют снизить уровень радиации на оборудовании и зданиях перед их демонтажем [3].

Реабилитация территорий, на которых располагались АЭС, требует комплексного подхода, включающего мониторинг радиационного фона, очистку почвы и грунтовых вод, а также восстановление экосистем. Применяются современные методы биоремедиации и фиторемедиации, которые позволяют использовать растения и микроорганизмы для удаления радионуклидов из окружающей среды [4]. В качестве примера можно привести проект по очистке территории вокруг Фукусимы, где использовались специальные растения для поглощения радиоактивных частиц из почвы.

Экономические аспекты вывода из эксплуатации АЭС также играют важную роль. Необходимо учитывать затраты на демонтаж, утилизацию отходов и реабилитацию территорий, а также разрабатывать стратегии финансирования этих мероприятий [3]. Важным явля-

ется вовлечение международного сообщества и обмен опытом между странами, имеющими аналогичные проблемы [4].

В заключение, вывод из эксплуатации старых АЭС требует координации усилий в области технологий, экологии и экономики. Разработка и внедрение инновационных методов демонтажа и реабилитации позволит минимизировать негативное воздействие на окружающую среду и обеспечить безопасность для будущих поколений.

Библиографическийсписок

1. International Atomic Energy Agency (IAEA). Decommissioning of Nuclear Facilities. – Vienna: IAEA, 2011.
2. Laraia V. J. Robotics and Remote Systems for Hazardous Environments / V. J. Laraia, E. L. Murphy, C. P. Rooney. – Springer, 1999.
3. Abdelouas A. Decontamination and Decommissioning of Nuclear Facilities / A. Abdelouas. – Cambridge: Woodhead Publishing, 2006.
4. Riley R. G. Environmental Restoration: Science and Technology / R. G. Riley, J. M. Zachara, R. C. Sims. – Oxford: Butterworth-Heinemann, 1992.

УДК 621.391.829

ДЕМАШОВ А.С., ДИДЕНКО В.В., ЛОБАНОВ А.Е., ХОХЛОВ В.Н.

УПРАВЛЕНИЕ ПОДВОДНЫМИ БЕСПИЛОТНИКАМИ С ПОМОЩЬЮ ГИДРОАКУСТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Управление подводными беспилотниками (ПБ) с использованием гидроакустических технологий представляет собой перспективное направление в области подводной робототехники. Гидроакустика позволяет обеспечить надежную связь и навигацию в условиях, где радиоволны и другие методы неэффективны из-за высокой поглощающей способности воды [1]. Например, гидроакустические системы используются для управления автономными подводными аппаратами (АПА) в научных экспедициях, таких как исследование глубоководных гидротермальных источников.

Основным преимуществом гидроакустических систем является их способность передавать сигналы на значительные расстояния под водой. Это позволяет осуществлять управление ПБ в удаленных и труднодоступных зонах, таких как глубоководные участки океана или подледные области [2]. Гидроакустические системы также обеспечивают высокую точность определения местоположения, что важно для выполнения точных задач, таких как картографирование дна или поиск объектов [3]. Например, в проектах по картографированию морского дна в Арктике используются гидроакустические системы для точного определения подводных рельефов.

Однако использование гидроакустики сталкивается с рядом технических вызовов. Одним из них является влияние шумов и помех, которые могут искажать сигналы и затруднять их интерпретацию. Для решения этой проблемы разрабатываются методы цифровой обработки сигналов и алгоритмы фильтрации, позволяющие улучшить качество передачи данных [1]. В реальных условиях это может включать использование адаптивных фильтров для подавления шумов, вызванных течениями или биологическими источниками.

Еще одним важным аспектом является энергоэффективность гидроакустических систем. Поскольку ПБ часто работают в автономном режиме, необходимо минимизировать энергопотребление для продления времени их работы. Для этого разрабатываются энерго-

сберегающие протоколы связи и алгоритмы управления [2]. Например, в некоторых проектах используются протоколы, которые активируют передачу данных только при достижении определенных условий, что позволяет сэкономить энергию.

В заключение, гидроакустические технологии играют ключевую роль в управлении подводнымибеспилотниками, обеспечивая надежную связь и точную навигацию в сложных условиях. Продолжающиеся исследования и разработки в этой области направлены на преодоление существующих вызовов и улучшение характеристик гидроакустических систем для более эффективного использования в подводной робототехнике [3].

Библиографическийсписок

1. Stojanovic M. Underwater Acoustic Communication Channels: Propagation Models and Performance Prediction / M. Stojanovic, J. Preisig. – Springer, 2009.
2. Rouseff D. Underwater Acoustic Systems / D. Rouseff, R. Spindel. – Springer, 2009.
3. Eleftherakis D. Underwater Acoustic Signal Processing / D. Eleftherakis. – Springer, 2012.

УДК 621.186

ДЕМАШОВ А.С., ТУМАЕВА С.Е., АБРАМОВ А.А.

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ И ДАВЛЕНИЯ ПАРА НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПАРОТУРБИННЫХ УСТАНОВОК: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СТАЦИОНАРНЫХ И СУДОВЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Влияние температуры и давления пара на коэффициент полезного действия (КПД) в паротурбинных установках зависит от специфики их эксплуатации и конструктивных особенностей. В стационарных установках, таких как атомные электростанции (АЭС), используется высокое давление пара и нулевой перегрев, что позволяет значительно увеличить КПД за счет повышения эффективности теплопередачи. Например, на АЭС параметры пара могут быть 6,3 МПа и 262°C, что обеспечивает максимальную эффективность при стабильных условиях работы [1].

В транспортных установках, наоборот, большее значение имеет начальный перегрев и низкое давление пара. Это связано с необходимостью обеспечения компактности и экономичности системы. Начальный перегрев, например, при давлении 4 МПа и температуре 290-310°C, позволяет уменьшить габариты оборудования и повысить его надежность в условиях ограниченного пространства [2]. Регенеративный подогрев позволяет использовать тепло отработавшего пара для нагрева питательной воды, что особенно важно для транспортных установок, где экономия топлива и воды имеет первостепенное значение.

Перерасчет тепловой схемы с увеличением давления пара перед турбиной до 6,3 МПа и снижением температуры до 262°C (как на АЭС) показал, что для транспортных установок это приведет к снижению КПД. Например, если в базовом режиме КПД составлял 38%, то при изменении параметров он снизился до 35,5%. Это связано с тем, что транспортные установки оптимизированы для работы с начальным перегревом и низким давлением, что обеспечивает их эффективность и надежность в условиях эксплуатации. Увеличение давления до 6,3 МПа повысит адиабатный теплоперепад, но снижение температуры до 262°C уменьшит начальную энтальпию пара, что в совокупности приведет к изменению общей эффективности системы.

Таким образом, для стационарных установок предпочтительнее использовать высокое давление пара и нулевой перегрев, тогда как для транспортных установок важнее начальный

перегрев и низкое давление. Это позволяет оптимизировать работу установок в зависимости от их специфики и условий эксплуатации, обеспечивая максимальную эффективность и экономичность.

Библиографический список

1. Аношкин, Ю.И. Расчет тепловой схемы ПТУ судовой ядерной энергетической установки. - Нижний Новгород, 2004. - 68 с.
2. Семека, В.А. Тепловой расчет судовых паротурбинных установок. - Москва: Транспорт, 1965. - 424 с.
3. Ривкин, С.Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. - Москва: Энергия, 1975. - 80 с.
4. Дунцев, А.В. Курс лекций по тепловым схемам : учебное пособие. - Нижний Новгород: Изд-во НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2010. - 120 с.

УДК 539.1.074

ДЕМАШОВ А.С., БАСОВ А.А.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ СЕЧЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ НЕЙТРОНОВ ОТ ЭНЕРГИИ И ТОЛЩИНЫ ПОГЛОТИТЕЛЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА МОНТЕ-КАРЛО

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Виртуальные лабораторные работы становятся всё более востребованными в образовательном процессе, позволяя изучать физические явления без дорогостоящих экспериментов. В данной работе рассматривается исследование зависимости сечения поглощения нейтронов от их энергии и толщины поглотителя, что важно для ядерной физики. Актуальность темы обусловлена необходимостью разработки эффективных методов моделирования ядерных процессов для снижения затрат и повышения точности прогнозов [1].

Основу разработанного алгоритма составляет метод Монте-Карло, реализованный на Python с использованием библиотек tkinter и matplotlib. Этот метод позволяет моделировать случайные процессы и получать статистически значимые результаты. Вероятность поглощения нейтронов рассчитывается по формуле формуле $N = N_0 \times e^{-\mu \times x}$, где μ — макроскопическое сечение поглощения, зависящее от материала поглотителя [2]. Экспериментальные данные демонстрируют линейную зависимость $\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$) от толщины поглотителя, что подтверждает корректность модели (рис. 1).

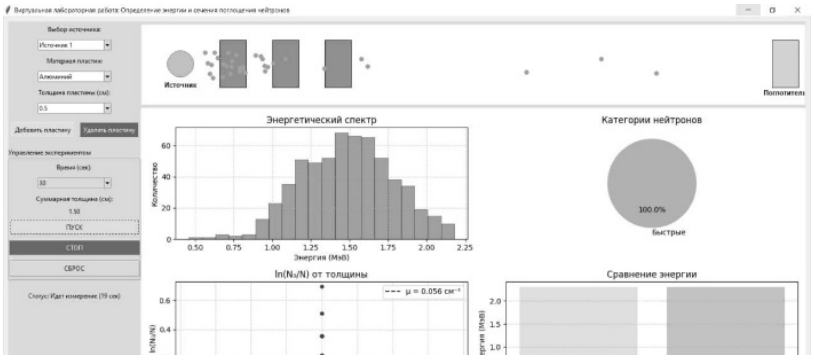


Рис. 1. Интерфейс приложения для моделирования зависимости сечения поглощения нейтронов от энергии и толщины поглотителя

Например, для алюминия при толщине 4.5 см полученное значение μ = 0.54 $см^{-1}$, близко к теоретическому значению 0.57 $см^{-1}$. Расхождение в 5.2% объясняется статистической природой моделирования и ограниченным количеством испытаний. Наибольшая погрешность (до 8%) наблюдается для тонких слоев (толщина менее 1 см), где количество зарегистрированных нейтронов недостаточно для точного анализа. Результаты подтверждают корректность виртуальной модели для быстрых и промежуточных нейтронов. Однако для свинца выявлено аномальное увеличение сечения поглощения при энергии нейтронов ниже 1 МэВ, что требует дополнительного изучения влияния неупругих взаимодействий [3].

Таким образом, разработанная виртуальная лабораторная работа по исследованию сечения поглощения нейтронов является важным шагом в совершенствовании методов моделирования ядерных процессов. Использование современных технологий позволяет создать эффективный инструмент для обучения и научных исследований, открывая новые возможности для изучения ядерной физики и повышения точности данных.

Библиографический список

1. Климов, А.Н. Ядерная физика и ядерные реакторы. - Москва: Академия, 2010. - 464 с.
2. Методические указания по расчету защиты от нейтронного излучения**:** РД 24.035.05. - Москва: Стандартинформ, 2005. - 42 с.
3. Идельчик, И.Я. Гидравлическое сопротивление. - Москва: Энергоатомиздат, 1992. - 368 с.

УДК 539.1.074

ДЕМАШОВ А.С., ПЕРШИНА Д.В., БАСОВ А.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИИ И СЕЧЕНИЯ ПОГЛОЩЕНИЯ НЕЙТРОНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Изучение нейтронов и их взаимодействия с веществом является важной частью ядерной физики, позволяя понять фундаментальные процессы в атомных ядрах. В данной работе рассматривается виртуальная лабораторная работа по определению энергии и сечения поглощения нейтронов, разработанная для студентов технических специальностей. Целью работы является изучение результатов виртуальных опытов по просвечиванию металлических пластинок нейтронами с помощью компьютерного моделирования.

Нейтрон – это электрически нейтральная элементарная частица, являющаяся одной из составных частей ядра атома. Время жизни свободного нейтрона составляет около 15 минут, и он распадается по схеме β^--распада: $n \to p + e^- + \bar{\nu}$Этот процесс демонстрирует гипотезу о нейтрино, необходимого для сохранения закона сохранения момента количества движения [1].

Основные свойства нейтронов, применяемые в нейтронном рассеянии, включают их способность взаимодействовать с ядрами атомов, а не с электронными оболочками, что позволяет эффективно различать легкие и тяжелые ядра. Нейтронное излучение является глубоко проникающим, что позволяет исследовать микроскопические свойства вещества, недоступные для оптических методов или рентгеновского рассеяния [2].

Виртуальная лабораторная работа позволяет студентам изучить зависимость сечения поглощения нейтронов от их энергии и толщины поглотителя. В основе алгоритма лежит метод Монте-Карло, реализованный на языке Python с использованием библиотек tkinter для интерфейса и matplotlib для визуализации данных. Вероятность поглощения нейтронов рассчитывается по формуле: $N = N_0 \times e^{-\mu x}$, где $\mu = \sigma \times n_{яд}$, и $n_{яд} = \frac{\rho \times N_A}{A}$.

Экспериментальные данные демонстрируют линейную зависимость $\ln\left(\frac{N_0}{N}\right)$от толщины поглотителя, что подтверждает корректность модели. Например, для алюминия при толщине 4.5 см полученное значение $\mu = 0{,}54\ см^{-1}$ близко к теоретическому значению 0.57 $см^{-1}$.

Таким образом, разработанная виртуальная лабораторная работа является эффективным инструментом для изучения ядерной физики, позволяя студентам проводить исследования без необходимости использования дорогостоящего оборудования.

Библиографический список

1. Шпольский, Э.В. Атомная физика. - Москва: Наука, 1984. - 480 с. - ISBN 5-02-014050-7.
2. Иродов, И.Е. Сборник задач по атомной и ядерной физике: учебное пособие. - Москва: Лань, 2020. - 256 с. - ISBN 978-5-8114-5589-3.

УДК 621.039

ДИДЕНКО В.В., ДЕМАШОВ А.С., ЛОБАНОВ А.Е., ХОХЛОВ В.Н.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТОРИЯ В КАЧЕСТВЕ АЛЬТЕРНАТИВНОГО ЯДЕРНОГО ТОПЛИВА: ПРЕИМУЩЕСТВА И ТЕХНИЧЕСКИЕ ВЫЗОВЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Использование тория в качестве альтернативного ядерного топлива привлекает внимание благодаря его потенциальным преимуществам по сравнению с ураном. Торий обладает высокой энергоемкостью, что позволяет получать больше энергии на единицу массы топлива [1]. Это делает его привлекательным для использования в ядерных реакторах. Кроме того, торий производит меньше долгоживущих радиоактивных отходов, что снижает риски для окружающей среды и облегчает задачи по утилизации отходов [2].

Торий более распространен в земной коре по сравнению с ураном, что делает его доступным и менее подверженным геополитическим рискам [1]. Однако использование тория требует разработки новых технологий для его эффективного извлечения и переработки. Это включает создание специализированных реакторов и топливных циклов [3]. Внедрение тория в ядерную энергетику требует значительных первоначальных инвестиций, и необходимо провести экономическое обоснование и разработать стратегии для снижения затрат [4].

Для успешного использования тория необходимо продолжать научные исследования в области ядерной физики и материаловедения. Это позволит улучшить характеристики ториевых реакторов и повысить их надежность [5]. Использование тория открывает новые возможности для развития ядерной энергетики, но для его успешного внедрения необходимо преодолеть ряд технических и экономических вызовов. Продолжение исследований и разработок в этой области позволит максимально использовать потенциал тория и обеспечить устойчивое энергетическое будущее [6].

Настоящая работа посвящена изучению текущих успехов и будущих возможностей использования тория как альтернативного ядерного топлива. Основное внимание уделяется созданию и внедрению технологий ториевых реакторов, таких как жидкосолевые реакторы (MSR), которые могут быть безопаснее и эффективнее традиционных урановых реакторов. Также подчеркивается важность международного сотрудничества и обмена опытом для успешного внедрения ториевых технологий в мировую энергетическую систему.

Библиографический список

1. **Weinberg A. M.** The Second Nuclear Era: The Atomic Age in the 21st Century / A. M. Weinberg, R. W. Moir. – New York: Praeger, 1999.
2. **Hargraves R. B.** Liquid Fluoride Thorium Reactors / R. B. Hargraves, R. W. Moir. – La Grange Park: American Nuclear Society, 2010.
3. **Martin R.** SuperFuel: Thorium, the Green Energy Source for the Future / R. Martin. – New York: Palgrave Macmillan, 2012.
4. **Le Blanc T. H.** Thorium Energy Cheaper than Coal / T. H. Le Blanc. – Thorium Energy Alliance, 2009.
5. **Kazimi M. S.** Toward Inherently Safe Nuclear Power: A New Paradigm for the Second Nuclear Era / M. S. Kazimi. – La Grange Park: American Nuclear Society, 2003.
6. **Nuttin A.** Thorium: Energy for the Future / A. Nuttin. – London: World Nuclear Association, 2005.

УДК 621.928

ИВАНОВН.А.,САТАЕВ А.А.

РАСЧЕТНОЕ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАБОТЫ ЖАЛЮЗИЙНЫХ СЕПАРАТОРОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной работы является расчетное моделирование сепарации частиц жидкости в потоке воздухав односекционных жалюзийных сепараторах с различной геометрией, и сравнение этих результатов с значениями центробежного сепаратора, которые были получены в работах [1] и [2]. Вариации геометрии приведены на рисунке 1.Исследование было проведено с помощью программного комплексаSolidworksFlowSimulation. Расчет производился для усреднённых частиц воды с диаметром 7 мкм и с массовым расходом капель жидкости 0,5 г/сек. Результаты расчета сепарациприведены в табл. 1.

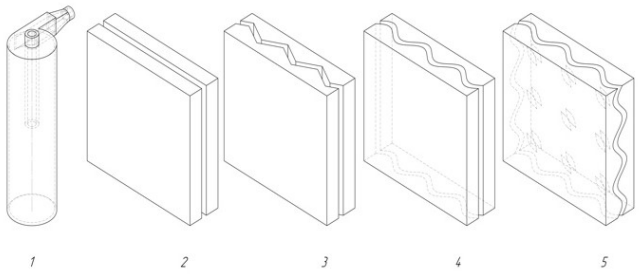


Рис. 1. Варианты исполнения

Таблица 1

Виды сепараторов и рабочие характеристики

№ элемента на рис. 1	Геометрия поверхности (тип устройства)	% сепарации
1	Центробежный сепаратор	45,84%
2	Плоские пластины	13,68%
3	Пластины с треугольным профилем	35,00%
4	Пластины с синусоидальным профилем	31,52%
5	Пластины с трехмерным синусоидальным профилем	42,40%

В ходе расчетного исследования, наилучшими конструкциями, по степени сепарации являются 3 и 5. В дальнейшем планируется экспериментальное моделирование. По предварительным результатам было получено, что последняя конструкция (5 вариант) действительно показывает высокую степень сепарации.

Библиографический список

1. Седов, А. Р. Моделирование процесса сепарации двухкомпонентного потока при воздействии внешних динамических сил / А. Р. Седов, Н. А. Иванов, А. А. Сатаев // Научно-технический вестник Поволжья. – 2024. – № 12. – С. 81-84. – EDN AJEUVK.
2. Иванов, Н. А. Моделирование процесса сепарации двухкомпонентного потока при воздействии внешних динамических сил / Н. А. Иванов, А. Р. Седов, А. А. Сатаев // Международная конференция Нижегородского Фестиваля науки : Сборник тезисов докладов, Нижний Новгород, 24–25 октября 2024 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный архитектурно-строительный университет, 2025. – С. 28-29. – EDN HVPYWB.

УДК 621.039

КНЯЗЕВ Р.С.

ТОРИЕВАЯ ЭНЕРГЕТИКА: АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ ПУТЬ РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ядерная энергетика играет ключевую роль в глобальном энергетическом переходе к низкоуглеродным источникам энергии. Однако существующие урановые технологии сопряжены с рядом вызовов, включая ограниченность запасов сырья, проблемы переработки топлива и управления радиоактивными отходами. В данном контексте ториевая энергетика рассматривается как перспективное направление развития отрасли.

Торий (Th-232) обладает высокой природной распространённостью и способен в реакторе преобразовываться в делящийся изотоп урана (U-233). Это свойство позволяет реализовать эффективные топливные циклы с минимальными объемами высокоактивных отходов. Особый интерес представляют проекты жидкосолевых реакторов (ЖСР), где торий используется в виде раствора, обеспечивая высокую степень безопасности и возможность онлайн-переработки топлива.

На практике ториевые технологии потенциально могут значительно повысить экономическую привлекательность маломощных и модульных энергетических установок. Ведутся активные разработки в Китае (проект TMSR-LF), Индии (программа по замещению урана торием) и США. По расчетам, эксплуатация ториевых реакторов может сократить объемы долгоживущих отходов в 3–5 раз по сравнению с традиционными урановыми реакторами [1].

Несмотря на очевидные преимущества, ториевая энергетика сталкивается с рядом технологических барьеров: необходимостью создания новых систем переработки топлива, разработки устойчивых материалов для работы в агрессивной солевой среде и стандартизации реакторных установок. В условиях нарастающих потребностей в экологически чистой энергии решение этих задач становится стратегически важным для промышленного сектора.

Таким образом, развитие технологий ториевой энергетики может стать одним из ключевых факторов успешной трансформации мировой энергетики, а реализация пилотных про-

ектов на основе жидкосолевых реакторов — реальным шагом к обеспечению энергетической безопасности на длительный период.

Таблица 1

Сравнительная характеристика урана и тория как ядерного топлива

Параметр	Уран (U-235)	Торий (Th-232)
Природная распространённость	~2,8 ppm	~10 ppm
Делящийся изотоп в природе	Да	Нет
Преобразование в делящийся материал	Нет	Да (через ^233U)
Производство трансурановых элементов	Высокое	Низкое
Отходы после использования	Более активные	Менее активные
Потенциал замкнутого топливного цикла	Ограниченный	Высокий

Рис. 1. Схема ториевого топливного цикла

$$^{\text{neutron}}_{\text{n}} + {}^{232}_{90}\text{Th} \longrightarrow {}^{233}_{90}\text{Th} \xrightarrow{\beta^-} {}^{233}_{91}\text{Pa} \xrightarrow{\beta^-} {}^{\text{fuel}}_{233}\text{U}$$

Библиографическийсписок

1. KangR., etal. Thorium molten salt reactors and their development // Nuclear Engineering and Design. 2020. Vol. 362. P. 110581.

2. Серебров, А.П., Иванов К.И. Ториевые реакторы: возможности и вызовы. — Москва: Энергоатомиздат, 2022. — 312 с.

УДК 621.039

КНЯЗЬКИН Д.В., РЯЗАНОВ А.В., КУРИЦИН Д.Д., НИКОЛАЕВ Д.С., МАРИНИН А.А.

ПОСТАНОВКА И ПРОВЕДЕНИЕ БЕНЧМАРК-ЭКСПЕРИМЕНТА ПО ИССЛЕДОВАНИЮ ПОКАНАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТОКА РАБОЧЕЙ СРЕДЫ В НЗО ВТГР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время проводится значительное количество экспериментальных исследований в области реакторной гидродинамики. Ввиду их постоянно возрастающей сложности проведения и использования современных прецизионных методов измерения, сильно увеличиваются экономические и временные затраты на их проведение. Большинство исследований сопровождается использованием расчетного моделирования в трехмерных теплогидравлических кодах, однако не каждый код обеспечивает необходимую точность измеряемых гидравлических характеристик. Поэтому зачастую проводят бенчмарк-эксперименты на упрощенных моделях с целью выбора наиболее подходящего кода или его параметров для описания процессов, происходящих в экспериментальной модели.

В данной работе был проведен бенчмарк-эксперимент на упрощенной модели нижнего заменяемого отражателя с исследованием поканального распределения потока рабочей среды. Был спроектирован исследовательский аэродинамический стенд, включающий в себя экспериментальную модель, вентилятор и участки трубопровода. Экспериментальная модель выполнена в виде сегмента НЗО ВТГР (рис. 1). Толщина байпасного зазора составила 4 мм. Получение необходимых экспериментальных данных обеспечивалось лазерной допплеров-

ской измерительной системой (ЛДИС). Для сравнения экспериментальных результатов с расчетными была создана сетка из измерительных точек.

Также было выполнено расчетное моделирование в программном комплексе ANSYS CFX с применением различных моделей турбулентности: SST, BSL-EARSM, SSG. Суммарное количество расчетных ячеек составило ~7 млн элементов.

По результатам экспериментального и расчетного моделирования было получено распределение скоростей потока рабочей среды в контрольно-измерительных точках. Выполнен сравнительный анализ опытных и расчетных данных, в результате которого было определено отклонение для каждого результата моделирования от результатов эксперимента. Данная работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-0003) в НИЛ ТГ ЯЭУ нового поколения НГТУ им. Р. Е. Алексеева.

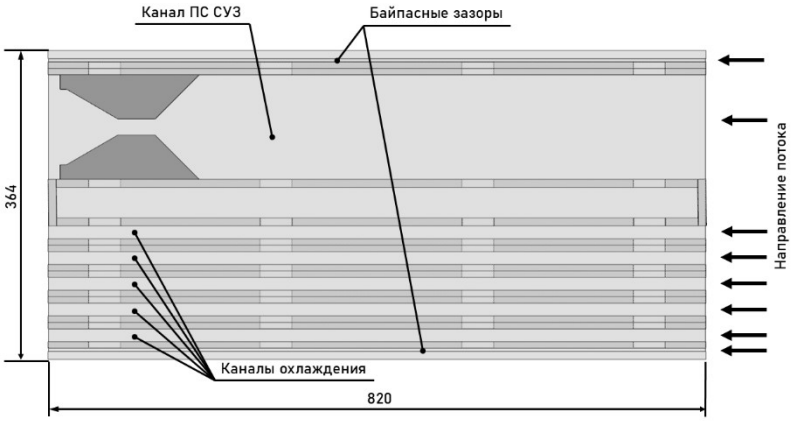


Рис. 1. Экспериментальная модель

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.

УДК 621.039

КОСОЛАПОВИ.С., ФРЕЙЗЕ А.П., САТАЕВ А.А.

КЛЮЧЕВЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВОДООХЛАЖДАЕМЫХ РЕАКТОРОВ СО СВЕРХКРИТИЧЕСКИМИ ПАРАМЕТРАМИ (СКП)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В рамках работы Международного форума поколения IVнаправление водоохлаждаемых реакторов со сверхкритическими параметрами было определено как одно из шести перспективных реакторных технологий для разработки с целью снижения капитальных затрат при сооружении атомных станций.

Данная концепция является продолжением развития технологии легководных реакторов под давлением, известных как ВВЭР в нашей стране и PWR (pressurizedwaterreactors) за рубежом. В качестве наиболее значимых выделим концептуальные проекты корпусного реактора HPLWR [2] и канального реактора CanadianSCWR [3] вследствие их завершённости в 2010 и 2015 гг. соответственно, и наличия конкретной информации о конструкции, термическом КПД и мощности.

Для целесообразности проведения исследований и разработок любой направленности необходимо наличие преимуществ, которые будут выделять рассматриваемый проект среди уже действующих технологий. К ключевым особенностям водоохлаждаемых реакторов со сверхкритическими параметрами [1] относят:

1) уменьшенную металлоёмкость оборудования за счёт исключения из конструкции РУ парогенераторов и применения одноконтурной схемы циркуляции;
2) высокие параметры пара: температура >500 ℃, давление 25 МПа;
3) высокий термический КПД (>43%), обоснованный высокими параметрами перегретого пара перед турбиной и исключением потерь в парогенераторе;
4) проектную «гибкость», под которой понимается применение в проектах как теплового, так и быстрого спектров нейтронов.

Зарубежные оценки показывают, что при переходе на энергоблоки с электрической мощностью 1000 МВт с одноконтурными корпусными установками с водоохлаждаемыми реакторами со сверхкритическими параметрами: температура 500 ℃ и давление 25 МПа, ожидается снижение капитальных затрат по сравнению с PWRна 20% [1].

Библиографический список

1. Махин, В.М., Чуркин А.Н.Концептуальные предложения по водоохлаждаемому реактору со сверхкритическими параметрами (обзор зарубежных и российских разработок SCWR) // Вопросы атомной науки. 2017. № 1. стр. 48-65.
2. SchulenbergT., StarflingerJ. HighPerformanceLightWaterReactor.DesignandAnalyses.KIT, ScientificPublishing, 2012, p.242.
3. Yetisir M., Diamond W., Leung L.K.H., Martin D., Duffey R., Conceptual Mechanical Design for A Pressure-Tube Type Supercritical Water-Cooled Reactor, Proc. 5th International Symposium on Supercritical Water-cooled Reactors, Vancouver, Canada, March 13-17, 2011.

УДК 621.039

КОСОЛАПОВИ.С., ФРЕЙЗЕА.П., САТАЕВА.А.

ПРИМЕНЕНИЕ АНАЛИЗА НАДЁЖНОСТИ ДЛЯ ВЫБОРА ОПТИМАЛЬНОЙ СХЕМЫ СИСТЕМЫ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Безопасность является комплексным свойством ядерных энергетических установок, зависящим от технических, организационных и других факторов. Одними из главных принципов обеспечения безопасности является предотвращение аварий и ограничение их последствий. Для предотвращения аварий на всех АЭС используются системы безопасности.

Для оптимального выбора конструкции системы безопасности проводится анализ её надёжности. Анализ надёжности позволяет определить показатель надёжности системы на основе показателей отдельных её элементов, а также возможные причины отказа системы.

Основными вопросами, рассматриваемыми при проведении анализа надёжности, являются:

1) предотвращение или снижение вероятности отказов элементов и самой системы;
2) предотвращение или снижение вероятности отказов элементов и самой системы из-за ошибок персонала;
3) определение периодичности и объёма проверок оборудования системы;
4) исключение потенциально возможных отказов по общей причине.

Перед проведением анализа надёжности системы безопасности необходимо провести сбор информации об основных элементах оборудования системы (теплообменники, насосы, арматура с приводами, цистерны и т.д.), которые предстоит рассмотреть.

В общем случае выделяют следующие режимы функционирования систем: режим ожидания аварийного сигнала и режим непрерывной работы. Режим ожидания характеризуется постоянным нахождением в состоянии готовности среагировать на получение аварийного сигнала. При возникновении аварийной ситуации система выполняет возложенные функции безопасности в течение установленного времени, что и является режимом непрерывной работы. При проведении анализа надёжности системы безопасности необходимо определить состояние её элементов: работает или не работает (для насосов или теплообменников), открыт или закрыт (для клапанов), а также возможные виды отказов. Следующим шагом является определение последствий отказов элементов на саму систему, смежные системы и установку в целом. После этого указываются объём и периодичность проверок, а также ошибки оперативного персонала при подготовке системы к работе (доаварийные ошибки) и при управлении системой (послеаварийные ошибки).

Итогом проведённого анализа надёжности служит численное значение вероятности оперативного несрабатывания системы безопасности на требование, определённое с помощью программного обеспечения, и рекомендации по повышению надёжности системы и установки в целом.

1.Бахметьев, А.М. Основы безопасности ядерных энергетических установок: учеб.пособие / А.М. Бахметьев; под ред. С.М. Дмитриева; НГТУ им. Р.Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 2006 г. – 174 с.

УДК 621.039

ЛАСТИН Р.А., ЕФРЕМОВ Д.О., КОТИН А.В., МАЦИН Н.В.,
СОБОРНОВ А.Е., РЯЗАПОВ Р.Р.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ МАГНИТОГИДРОДИНАМИЧЕСКОГО ФИЛЬТРА С ТАНГЕНЦИАЛЬНЫМ ПОДВОДОМ ПОТОКА ДЛЯ СИСТЕМ ВОДОПОДГОТОВКИ ЯЭУ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Поддержание регламентированной чистоты теплоносителя в рабочих контурах атомных электростанций представляет собой важную эксплуатационную задачу, непосредственно влияющую на безопасность и ресурс оборудования. Особого внимания заслуживает насосное оборудование с магнитной муфтой, которое используется в системах охлаждения бассейна выдержки и дезактивации. Среда, перекачиваемая данными насосами, не должна содержать ферромагнитных примесей, что обусловлено конструктивными особенностями насосного оборудования.Практика эксплуатации показывает, что присутствие в теплоносителе даже незначительной концентрации ферромагнитных частиц приводит к их аккумуляции в рабочем зазоре муфты, вызывая локальные вибрационные нагрузки и заклинивания. Традиционные методы фильтрации, основанные на механическом улавливании примесей, не обеспечивают требуемой степени очистки от ферромагнитных фракций. В этой связи особую актуальность приобретает разработка специализированных магнитных ловушек, способных эффективно сепарировать ферромагнитные включения.

В рамках настоящего исследования, была разработана модернизированная версия магнитогидродинамического фильтра с использованием постоянных магнитов [1]. Данная работа является продолжением цикла исследований, начатых в [2], где был представлен базовый прототип фильтра.

В работе приведены численные и экспериментальные результаты эффективности фильтрации магнитогидродинамического фильтра. В ходе экспериментального исследования варьировались следующие режимные параметры: температура теплоносителя (30 °C; 90 °C), объемный расход в диапазоне 8-14 $м^3$/ч, а также время циркуляции ферромагнитных частиц.

Проведен сравнительный анализ расчетно-экспериментальный данных, который показал хорошую сходимость исследуемых величин. На основании полученных результатов были определены оптимальные параметры работы МГД-фильтра как для низкотемпературного, так и для высокотемпературного режимов.

Результаты работы свидетельствуют о перспективности внедрения магнитогидродинамических фильтров в системы охлаждения и дезактивации АЭС для поддержания чистоты технологических сред в соответствии с действующей нормативно-технической документацией. Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию геометрии фильтра, изучение влияния различных типов примесей и расширение диапазона рабочих параметров.

Библиографический список

1. Соборнов, А.Е. Оптимизация проточной части магнитогидродинамического фильтра для систем водоподготовки ЯЭУ на основе численного моделирования с применением CFD-кода / Соборнов А.Е., Рязапов Р.Р., Мацин Н.В.// Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2024. № 4. С. 51-63. EDN: ZXKJEK.

2. Дмитриев, С.М. Результаты экспериментального исследования и численного моделирования циклонного фильтра с постоянными магнитами для систем спецводоочистки ЯЭУ / С.М. Дмитриев, А.Е. Соборнов, Р.Р. Рязапов// Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2022. № 3. С. 54-65.

УДК 621.039

МАРИНИН А.А., РЯЗАНОВ А.В., НИКОЛАЕВ Д.С., КУРИЦИН Д.Д., КНЯЗЬКИН Д.В.

РАСЧЕТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИКИ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ НА УПРОЩЕННОЙ МОДЕЛИ НИЖНЕГО СОБИРАЮЩЕГО КОЛЛЕКТОРА ВТГР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время исследование гидродинамики в реакторных установках (РУ) выполняются с применением следующих методов: проведением экспериментального исследования, требующего больших экономических и временных затрат и обладающего высокой достоверностью получаемых результатов, и применением расчетного моделирования, характеризующегося малыми затратам, но предоставляющего результаты с определенной недостоверностью. Для устранения недостатка последнего выполняются бенчмарк-эксперименты на упрощенных моделях с применением прецизионных методов измерения гидродинамических характеристик. Целью таких экспериментов является определение подходящих для исследуемого процесса параметров теплогидравлического кода, при которых результаты моделирования будут отвечать действительности.

С целью проведения бенчмарк-эксперимента был спроектирован аэродинамический стенд с упрощенной экспериментальной моделью (ЭМ) нижнего собирающего коллектора РУ ВТГР (рис. 1). Экспериментальные измерения были выполнены с применением метода лазерной доплеровской анемометрии в контрольно-измерительных точках, расположенных в среднем сечении ЭМ. Визуализация потока в исследуемой зоне осуществлялась частицами глицерина, которые генерировались в виде аэрозоля с помощью дымогенератора и подавались во всасывающий патрубок вентилятора. В качестве определяющего критерия подобия было выбрано число Фруда.

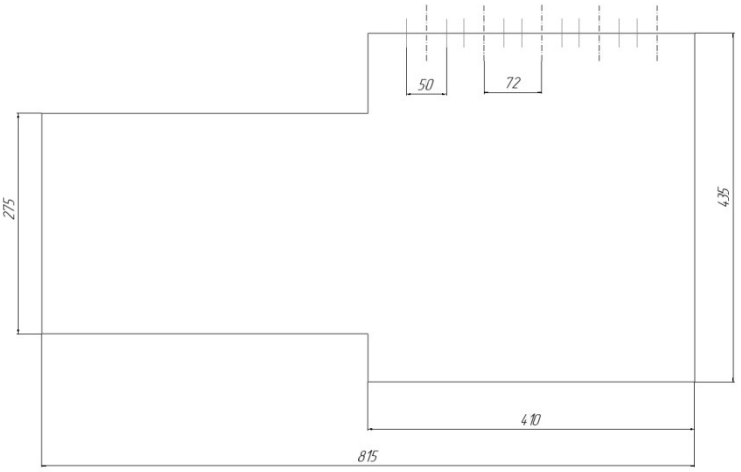


Рис. 1. Исследуемая область ЭМ

Расчетное моделирование было выполнено в ANSYSCFX. Тетраэдральная расчетная сетка имела сгущения в областях явного вихреобразования. Суммарное количество расчетных ячеек составило 8 млн элементов. В данной работе были применены различные модели турбулентности для сравнительного анализа: SST, BSL-EARSM, SSG. Расчет проводился в стационарной постановке без учета нагрева моделируемой среды.

Результатом экспериментального исследования и расчетного моделирования являются картограммы пространственного распределения скорости. Выполнен качественный и количественный анализ полученных данных, исходя из которого была определена модель турбулентности, имеющая наименьшее отклонение от экспериментальных данных. Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-003) в НИЛ ТГ ЯЭУ нового поколения НГТУ им. Р. Е. Алексеева.

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.

УДК 621

НАХИМАНА П.

ОБЗОР МАЛЫХ МОДУЛЬНЫХ РЕАКТОРОВ: ПОДХОД ТИПА МАЛОМОЩНЫХ РЕАКТОРОВ К РАЗВИВАЮЩИМСЯ СТРАНАМ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

В настоящее время наблюдается рост интереса к проектам реакторов малой и сверхмалой мощности, обусловленный высокими инвестиционными издержками на сооружение крупных реакторных комплексов и необходимостью обеспечения энергоснабжения удалённых и труднодоступных регионов с ограниченным потенциалом электрических сетей.

Развитие атомной энергетики сопровождается усилением внимания к исследованию, испытаниям и коммерциализации ядерных реакторов малой мощности. Согласно классификации Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ), к категории малых относятся реакторы с электрической мощностью до 300 МВт, тогда как средние обладают показателями до 700 МВт. Развитие ММР активно поддерживается зарубежными государствами и частными инвесторами, рассматривающими эту область как перспективное направление капиталовложений. Общество проявляет интерес к доступным и экологически чистым источникам энергии с минимальными выбросами углекислого газа.Ожидается, что через 10-15 летмодульные ядерные реакторы будут массово производиться на централизованных предприятиях, что еще больше снизит затраты на производство.

Основная сложность в производстве и развертывании малых реакторов заключается в требованиях лицензирования. Стоимость получения лицензии равна стоимости установки полномасштабного ядерного реактора, поскольку отдельные разрешения необходимы для этапов разработки, строительства и эксплуатации.Многие проекты компактных энергетических установок предусматривают их размещение под землей, что значительно повышает их устойчивость к террористическим атакам и попыткам кражи расщепляющихся материалов, а также помогает ограничить распространение радиации.

Область применения маломощных реакторов весьма широка: они могут служить независимыми источниками электроэнергии и тепла в отдалённых регионах, использоваться для образовательных целей и исследовательских проектов студентами ядерных специальностей.

Компактные модульные реакторы обладают значимым потенциалом:

- благодаря своим небольшим размерам, они могут устанавливаться в труднодоступных зонах и отдалённых регионах;
- малые размеры упрощают экспорт реакторных установок в развивающиеся страны, обладающие ограниченными опытом в области атомной энергетики;
- финансирование проектов становится проще, особенно по сравнению с большими электростанциями, благодаря применению пассивных систем безопасности и эффективной сборке, обусловленной компактной конструкцией;
- массовое производство уже сейчас снижает затраты на создание малых ядерных реакторов, а в будущем ожидается дальнейшее сокращение расходов.

Анализ современных проектов реакторов сверхмалой мощности свидетельствуют о значительном внимании разработчиков к следующим аспектам проектирования: использование пассивных систем безопасности, применение систем теплоотвода на основе естественной циркуляции, снижение численности обслуживающего персонала, увеличение срока эксплуатации реактора и интервалов между перезагрузками. Перспективные исследования направлены на оптимизацию нейтронно-физических характеристик компактного высокотемпературного реактора без контура первичного теплоносителя

Библиографический список

1.Кайнова, А.В. Реакторные установки сверхмалой мощности / Кайнова А.В, Сухарев Ю.П., Власичев Г.Н. // Труды НГТУ им. Р. Е. Алексеева. 2018. №1 (120).

2.Коваленко, Е.В. Гибридные энергетические комплексы с когенерацией в изолированных энергетических системах / Коваленко Е.В., Тягунов М.Г. // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). Электронный ресурс: 2015;(10-11):167-177. https://doi.org/10.15518/isjaee.2015.10-11.015 (Дата обращения 14.01.2025)

УДК 621

НКУРУНЗИЗА ПРОСПЕР

ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ИСПЫТАНИЯ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫХ СИСТЕМ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

Гидравлические испытания проводят для определения гидравлического сопротивления или прогнозирования гидравлической характеристики циркуляционного контура. В ходе проведения гидравлических испытаний определяют перепад давления на исследуемом объекте, **критерий Рейнольдса и коэффициент гидравлического сопротивления** [1].

При проведении гидравлических испытаний возникают определенные сложности, которые не позволяют использовать этот способ определения гидравлических характеристик для любых систем. Можно провести некоторые из них: 1) высокая стоимость экспериментального оборудования; 2) необходимость использования персонала, который должен обладать сочетанием технических знаний, практических навыков и знаний по технике безопасности, чтобы обеспечить точность, надежность и безопасность гидравлических испытаний; 3) невозможность воспроизводства в лабораторных условиях особенностей исследуемых систем.

Одним из способов решения возникающей проблемы может быть численное моделирование исследуемой системы. Современные программы для гидравлических расчетов (например, такие программы, как ANSYS, SolidWorks, FlowVision, «Логос», в которых имеются модули для проведения трехмерного моделирования потоков) позволяют моделировать гидравлические системы и строить кривые гидравлического сопротивления на основе численных методов. Однако этот способ может потребовать использования высокопроизводительных вычислительных систем, лицензированного программного обеспечения и, высококвалифицированного персонала, способного выполнить подготовку к расчетам и моделирование исследуемой системы. Наряду с численным моделированием возможно прогнозирование гидравлических характеристик с использованием методов прогнозирования, основанных на обобщении накопленной ранее экспериментальной информации [1].

Однако и в случае использования численного моделирования исследуемой системы и при использовании прогностических моделей, основанных на использовании накопленной ранее экспериментальной информации, необходимым элементом при решении задачи определения гидравлических характеристик системы остается использование лабораторных и натурных экспериментов по проливке исследуемых контуров циркуляции с целью верификации результатов прогнозирования.

1. Бухалов, А.А. Разработка методики прогнозирования гидравлического сопротивления в гладких трубах на основе обобщения экспериментальных данных / Бухалов А.А., Орехова Е.Е., Андреев В.В. // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6.

УДК 539.1.074

ПЕРШИНА Д.В., ДЕМАШОВ А.С., БАСОВ А.А.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАДИУСА АТОМНОГО ЯДРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Первые представления о размерах атомного ядра были получены Эрнестом Резерфордом в ходе экспериментов по рассеянию альфа-частиц с энергией 5 МэВ на тонких золотых пленках. Резерфорд пришел к выводу, что в центре атома находится область положительного

электрического заряда, связанная с большой массой, сконцентрированной в очень малом объеме. Это открытие заложило основу для дальнейших исследований структуры атомного ядра.

Размеры ядер определялись различными методами, включая оценку радиуса альфа-радиоактивных ядер по постоянной альфа-распада, анализ полуэмпирической формулы для массы и энергии связи ядра, исследование рентгеновского излучения атомов и измерение рассеяния быстрых нейтронов и электронов на ядрах. Эти эксперименты подтвердили предположения о приблизительно сферической форме ядра, радиус которого определяется через массовое число A, как $R = r_0 \times \sqrt[3]{A}$, где: $r_0 = 1{,}2 \times 10^{-5}$ м [1].

В рамках данной темы была разработана виртуальная лабораторная работа, позволяющая на практике реализовать метод бомбардировки быстрыми частицами мишени, размеры атомных ядер которой необходимо определить. Источником радионуклидов служит специальный препарат, а в качестве мишени используются пластины из различных материалов разной толщины. Число нейтронов, прошедших через мишень определяется зависимостью$N(x) = N_o e^{-\sigma n_{ядdx}}$. Для определения эффективного сечения взаимодействия быстрых нейтронов с ядрами достаточно измерить ослабление интенсивности пучка нейтронов при прохождении через мишень толщиной x, где n — концентрация ядер. $\sigma = \frac{ln\frac{N_0}{N(x)}}{nx}$, где N_0 – первичный поток нейтронов; x – толщина мишени (рис.1).

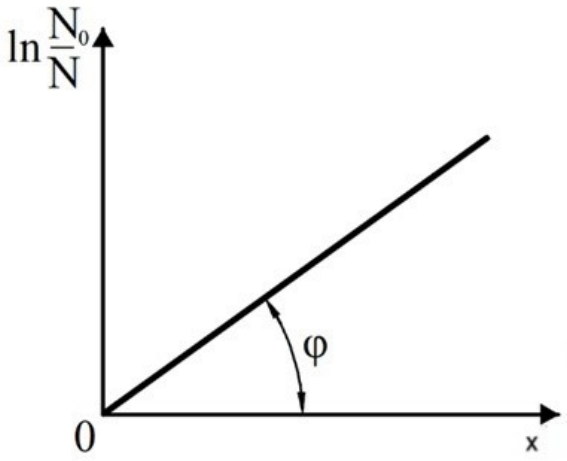


Рис. 1. Зависимости$ln\frac{N_0}{N(x)}$от толщины пластинки

Эффективное сечение соответствует геометрическому сечению ядра, что позволяет вычислить радиус ядра мишени: $R = \sqrt{\frac{\sigma}{\pi}}$.

Таким образом, разработанная виртуальная лабораторная работа позволяет экспериментально проследить необходимые зависимости и рассчитать радиус ядра мишени, что способствует более глубокому пониманию структуры атомного ядра и процессов взаимодействия нейтронов с веществом.

1.Шпольский, Э.В. Атомная физика / Э.В. Шпольский. - Москва: Наука, 1984. - 480 с.

УДК 621.039

СОКОЛОВ Д.С.,КУРИЦИН Д.Д., НИКОЛАЕВ Д.С., МАРИНИН А.А.,
ДОБРОВ А.А., ДЕМКИНА Т.Д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ГИДРАВЛИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАНАЛА ПОГЛОЩАЮЩЕГО СТЕРЖНЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ И ЗАЩИТЫ ВТГР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время ведутся работы по обоснованию безопасности призматической активной зоны высокотемпературного газоохлаждаемого реактора (ВТГР). Одной из ключевых систем, обеспечивающих безопасность и надежность работы реакторной установки (РУ) ВТГР, является система управления и защиты (СУЗ), представленная в виде поглощающих стержней (ПС). Для выравнивания энергораспределения в активной зоне реактора происходит изменение геометрического положения ПС СУЗ в каналах топливных блоков[1]. Это обстоятельство приводит к изменению гидравлических характеристик канала ПС СУЗ, что необходимо учитывать при обосновании безопасности активной зоны. Таким образом, необходимо проведение комплексных научных исследований.

В лаборатории «Реакторная гидродинамика» на базе НГТУ им. Р.Е. Алексеева был разработан и сконструирован исследовательский стенд, представляющий собой замкнутый водяной контур (рис.1).

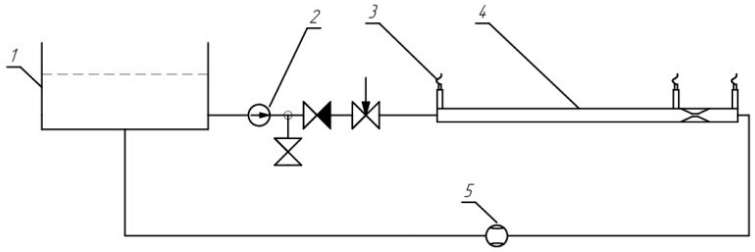


Рис. 1. Схема исследовательского стенда
1-бак с водой; 2 – насос; 3 - отбор статического давления (3 эл.);
4 - экспериментальная модель; 5 – расходомер

Экспериментальная модель представляла собой канал ПС СУЗ тепловыделяющей сборки, внутри которого размещался поглощающий стержень. Масштаб модели 1:2,6 по отношению к штатной конструкции. Для определения гидравлических характеристик модели проводились измерения перепада давления, в соответствие с рис. 1. Расход через модель определялся при помощи электромагнитного расходомера.

Экспериментальные исследования проводились при трех различных положениях поглощающего стержня в активной зоне (крайнее нижнее положение; промежуточное положение 50 %, крайнее верхнее положение) и при числах Рейнольдса (Re) от 12000 до 36000. Значение числа Re определялось по среднерасходной скорости в канале ПС СУЗ.

В результате исследований выявлено, что большая величина гидравлического сопротивления дросселирующего устройства канала ПС СУЗ позволяет минимизировать изменение геометрического положения стержня. Для всех проведенных режимов расход рабочей среды через канал ПС СУЗ незначительно зависел от положений стержня.На основании результатов были получены эмпирические формулы для пересчета на штатные параметры. Были получены аналитические зависимости для переноса полученных данных на штатные па-

раметры. Работа выполнена в рамках государственного задания в сфере научной деятельности (тема № FSWE-2024-0003).

1. Петрунин, В.В. Ядерные энергетические установки с высокотемпературными модульными газоохлаждаемыми реакторами. В 2-х т. Под общей ред. Н.Н. Пономарева-Степного. // Петрунин В.В., Кодочигов Н.Г., Дмитриев С.М. и др. – Нижний Новгород, Нижегородский гос. техн. ун-т, 2018.

УДК 621.039

ТЕСЕЛКИНА А.М, РЯЗАПОВ Р.Р., МАЦИН Н.В., ГОЛУБЕВ С.Р., ЯЛЫМОВА О.Д.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПУЛЬСАЦИЙ ПРИ СМЕШЕНИИ НЕИЗОТЕРМИЧЕСКИХ ПОТОКОВ ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ В ТРОЙНИКОВОМ УЗЛЕ МЕТОДОМ ОПТИЧЕСКОЙ ТЕРМОГРАФИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время особое внимание уделяется изучению процессов турбулентного-перемешивания потоков теплоносителя, протекающих в условиях высоких градиентов температуры. Интенсивные пульсации температуры, сопровождающие процессы перемешивания потоков теплоносителя, например, при подпитке контуров, вызывают значительные температурные напряжения, способные приводить к преждевременному исчерпанию ресурса конструкционных материалов ядерных энергетических установок (ЯЭУ) в результатетермоусталостного разрушения [1]. Существующие расчетные методики оценки ресурсных характеристик оборудования широко используют численные методы для определения особенностей термосиловогонагружения. Однако результаты численного моделирования требуют валидации на основе экспериментальных данных. К числу наиболее современных методов измерения температуры и наиболее пригодных для проведения процедуры валидациирезультатов расчетов следует отнестиоптическуютермографию. Применение данного метода позволяет повысить точность анализа нестационарного температурного поля элементов конструкций и углубить понимание процессов смешения, что, в свою очередь, способствует повышению надежности оборудования.

Экспериментальное исследование проводилось на учебно-исследовательском стенде, предназначенном для изучения процессов смешения теплоносителей при различной температуре. Экспериментальная модель представляет собой Y-образный тройниковый узел, состоящий из основной («горячий» поток) трубы 71х0,5 мм, выполненной из стали марки AISI 430 и периферийной («холодный» поток) плексигласовой трубы 12х2 мм. Запись термографического видеоизображения осуществлялась с помощью общепромышленноготепловизораUNi-TUti260B. Разрешение съемки составило 240×320 пикселей, частота «захвата» видеоизображения14 кадров в секунду. Для обработки термографических видеозаписей разработана программа для ЭВМ, позволившая получить мгновенные и усредненные по времени температуры в зоне интенсивного перемешивания, а также величину среднеквадратической амплитуды пульсаций температуры в точке и в указанной области. Исследования проведены при следующих диапазонах режимных параметров:температура «горячего» потока от 40°Сдо 80°С; температура «холодного» потока от 17°С до 23°С, массовая скорость «горячего» потока176±2 кг/(м^2·с), «холодного» потока - от 94 кг/(м^2·с) до 365 кг/(м^2·с).

В результате экспериментального исследования проведена апробация метода оптическойтермографии на учебно-исследовательском стенде НГТУ. Получены усредненные во времени характеристики температурного поля, необходимые для валидации численных моделей. Детерминирована область с наибольшей интенсивностью пульсаций температуры.

1.Рязапов, Р.Р. Экспериментальное исследование процессов неизотермического смешения встречных потоков несжимаемой жидкости в тройниковом узле / Рязапов Р.Р., Соборнов А.Е., Дмитриев С.М. // Известия вузов. Ядерная энергетика. – 2023. – № 1. – С. 57-69.

УДК 621

Тимин Д.А., Анфимов А.М., Кузнецов Д.В., Осипов С.Л.

РАСЧЁТНО-ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В ПЕРЕХОДНЫХ РЕЖИМАХ РЕАКТОРНЫХ УСТАНОВОК БН

АО «ОКБМ Африкантов»

Введение

В соответствии с требованиями федеральных норм и правил в проектах реакторных установок (РУ) БН должны быть рассмотрены запроектные аварии (ЗПА), связанные с нарушением охлаждения активной зоны (а.з.). На практике сценарии с нарушением теплоотвода ота.з. могут реализоваться в результате обесточивания энергоблока, и, как следствие, прекращения принудительной циркуляции (ПЦ) теплоносителя в контурах РУ. Прекращение принудительной циркуляции в контурах сопровождается переходом на естественную циркуляцию (ЕЦ).

Для подтверждения высокого уровня безопасности отечественных РУ БН-600, БН-800 в первые годы эксплуатации на каждой из них были проведены исследования ЕЦ теплоносителя в теплопередающих контурах. Стоит отметить, что подобные испытания проводились также на реакторах PHENIX (Франция) и EBR-II (США).

Результаты проведённых исследований не только подтверждают существование устойчивой ЕЦ теплоносителя, необходимой для отвода остаточных тепловыделений от реактора, но и активно используются при разработке и валидации расчётных кодов, использующихся для обоснований безопасности действующих и проектируемых в России РУ БН.

В докладе представлены основные результаты испытаний режимов с ЕЦ на отечественных и зарубежных РУ БН, а также результаты расчётного моделирования, с учётом новых требований нормативов по оценке влияния погрешностей и неопределённостей на результаты расчётов.

Экспериментальные исследования режимов с ЕЦ теплоносителя на экспериментальных установках БН

Одни из первых эксперименты с ЕЦ натриевого теплоносителя проводились на отечественной установке БР-5 [1]. БР-5 – трехконтурная двухпетлевая установка тепловой мощностью 5 МВт. В качестве теплоносителя первого контура использовался натрий, в промежуточном контуре в обеих теплоотводящих петлях использовался эвтектический сплав натрий-калий. Отвод тепла от промежуточного контура в одной петле осуществлялся воздуху через воздушный теплообменник (ВТО), во второй петле – воде и пару в парогенераторе (ПГ). Испытания проводились на различных уровнях мощности реактора и показали, что при ограничении подогрева натрия в реакторе до 200 °С (ограничение связано с температурными рас-

ширениями ТВС) воздушная петля обеспечивает надёжный теплосъем с использованием ЕЦ до уровня мощности 250 кВт. ЕЦ на этой установке в полной мере обеспечивает съём остаточного тепловыделения в реакторе через несколько минут после его остановки[1]. Также было показано, что при выбранной на этапе проектирования геометрии и, как следствие, гидравлики контуров теплоносителей колебаний и опрокидывания расхода в нестационарных режимах с ЕЦ теплоносителей не происходит.

На экспериментальной установке БОР-60 также была проведена большая серия испытаний по аварийному останову реактора на различных уровнях мощности с отключением циркуляционных насосов.

БОР-60 – трёхконтурная двухпетлевая исследовательская установка мощностью 60 МВт с натриевым теплоносителем в первом и втором (промежуточном) контуре и третьим пароводяным контуром. В конструкции установки также предусмотрен ВТО тепловой мощностью 30 МВт с возможностью подключения к любой из петель вместо парогенератора или одновременно на две петли [2]. Воздух, нагретый в ВТО, нагнетается вентиляторами в специальную вытяжную трубу, которая обеспечивает естественную тягу воздуха в условиях аварийного расхолаживания.

По результатам экспериментов подтвердилась возможность развития ЕЦ в контурах РУ.

Проведённые экспериментальные исследования на РУ БОР-60 выявили влияние отношения расхода натрия во втором контуре к расходу в первом. При увеличении этого отношения величина пика температур на выходе иза.з. в условиях ЕЦ уменьшается. Данное обстоятельство объясняется смещением центра теплосъема в промежуточном теплообменнике (ПТО) вверх, где создаются лучшие условия для формирования движущего напора ЕЦ.

На базе выполненных экспериментов были определены оптимальные алгоритмы снижения расхода питательной воды в аварийных режимах для минимизации температурных скачков на оборудовании РУ БОР-60[2].

Экспериментальные исследования режимов с ЕЦ теплоносителя на зарубежных установках БН

Среди зарубежных РУ БН стоит отметить французскую установку PHENIX, на которой был выполнен комплекс исследований режимов с ЕЦ теплоносителей. PHENIX – трёхконтурная трёхпетлевая установка с натриевым теплоносителем тепловой мощностью 563 МВт. Исследования возможности расхолаживания реактора с помощью ЕЦ были проведены 22-23 июня 2009 года [3]. Перед началом эксперимента реактор работал на мощности 350 МВт в течение 6 дней, а затем в течение одного дня мощность была снижена до 120 МВт. Перед началом эксперимента РУ работала на двух петлях. Исходное событие для моделирования режима – прекращение подачи питательной воды в ПГ. Вследствие осушения парогенераторов произошёл рост температуры на входе в ПТО второго контура и, как следствие, рост температуры на входе в активную зону. Рост температуры в активной зоне вызвал некоторое снижение нейтронной мощности за счёт обратных связей по реактивности. После достижения предельной разницы температур между первым и вторым контуром сработала аварийная защита реактора. После этого отключились циркуляционные насосы первого контура. Скорость насосов второго контура снизилась и зафиксировалась на уровне 110 об/мин. В этот момент времени развилась естественная циркуляция в первом контуре. Отвод тепловыделений в эксперименте реализовывался за счёт потерь тепла с оборудования и трубопроводов второго контура, а также с корпуса и крыши реактора. Спустя три часа (после открытия боксов ПГ) дополнительное охлаждение обеспечивалось за счет охлаждения корпусов ПГ воздухом. По экспериментальной оценке установившийся уровень расхода ЕЦ череза.з. реактора находился в интервале 0,01 – 0,02 отн. ед., что обеспечило устойчивое расхолаживание РУ[3].

Также испытания по ЕЦ натрия были проведены на экспериментальном быстром реакторе EBR-II (США). EBR-II – установка с интегральной компоновкой реактора мощностью 62,5 МВт. Среди испытаний по исследованию ЕЦ стоит отметить эксперимент SHRT-17, использующийся в качестве бенчмарка для валидации расчетных кодов [4]. Перед началом испытаний реактор работал на номинальной мощности в течение двух часов. Исходное событие в данном эксперименте – останов насосов первого и второго контуров. Расход ЕЦ натрия первого контура установился на уровне ~0.013 отн. ед., что обеспечило снижение температур натрия первого контура в реакторе.

Данные режимы использовались для валидации кода СОКРАТ-БН [3, 4], который предназначен для комплексного моделирования основных процессов и явлений в РУ БН при переходных и аварийных режимах.

Расчётно-экспериментальные исследования режимов с ЕЦ теплоносителя на отечественных энергетических установках БН

Говоря об опыте проектирования отечественных установок БН нельзя обойти стороной опытно-демонстрационную установку БН-350, работавшую в Казахстане. БН-350 – трёхконтурная РУ петлевой компоновки с шестью петлями теплоотвода (одна петля – резервная) проектной тепловой мощностью 1000 МВт (максимальная достигнутая мощность составила 750 МВт). Кроме выработки электроэнергии БН-350 служила для опреснения воды.

Эксперименты с ЕЦ натрия в первом и втором контурах РУ БН-350 проводились в режиме подъёма и снижения мощности, а также при останове реактора с различных уровней мощности [5]. Данные исследования показали, что в первом контуре после выбега циркуляционных насосов развивается прямой расход ЕЦ, а во втором контуре наблюдается опрокидывание расхода вследствие неблагоприятного распределения температуры натрия по контуру.

Также на РУ БН-350 были проведены исследования возможности развития локальной ЕЦ натрия во втором контуре [6]. В ходе испытаний была подтверждена возможность развития локальной ЕЦ теплоносителя второго контура (в горизонтальных и вертикальных участках контура), обеспечивающая отвод остаточных тепловыделений от реактора за счёт стока тепла через оборудование и трубопроводы второго контура.

Отечественная РУ следующего поколения – БН-600 – в отличие от БН-350 имеет интегральную компоновку первого контура. Номинальная тепловая мощность реактора – 1470 МВт. Передача тепла от реактора к ПГ осуществляется по трёхконтурной схеме по трём параллельным петлям.

Экспериментальные исследования ЕЦ натрия на БН-600 проводились как одновременно в первом и втором контурах, так и в отдельности [7]. В первых экспериментах (на малых уровнях мощности – до 3 % от $N_{ном}$) изучалось влияние исходных параметров установки и дальнейшего режима их регулирования на возникновение и развитие ЕЦ. Для этого спад мощности остаточных тепловыделений моделировался с помощью стержней автоматического регулирования. Регулирование расхода питательной воды в ПГ во всех режимах осуществлялось дистанционно оператором. Данные эксперименты показали, что в первом контуре развивается устойчивая ЕЦ теплоносителя, которая не зависит от исходного состояния системы. На развитие ЕЦ во втором контуре существенно влияет наличие отвода тепла от контура и качество регулирования температуры натрия на выходе из ПГ (за счет обеспечения требуемого расхода питательной воды в ПГ).

Позднее были проведены два эксперимента по исследованию эффективности расхолаживания РУ БН-600 с помощью ЕЦ в первом и втором контурах с энергетических уровней мощности 19 и 50 % от номинальной мощности. В первом случае снижение нейтронной мощности в режиме срабатывания БАЗ и уровень остаточных тепловыделений моделировались одним из стержней АЗ и РС. Через 2 с после введения ва.з. стержня АЗ отключились

циркуляционные насосы в первом и втором контурах. Расходы ЕЦ по первому и второму контурам в данном режиме составили ~0,03 и 0,06 отн. ед. соответственно. Данный эксперимент показал, что для получения наиболее благоприятных условий поддержания ЕЦ во втором контуре необходимо как можно дольше удерживать паровой режим работы ПГ путем уменьшения в нем давления со стороны третьего контура. Это обстоятельство легло в основу управления режимами, связанными с обесточиванием энергоблока.

При расхолаживании с 50 % номинальной мощности исходные подогревы теплоносителей первого и второго контуров были близки к номинальным значениям. Исходное событие для начала режима – одновременное отключение всех ГЦН-1,2. В результате исходного события произошло срабатывание БАЗ, ГЦН-1,2 остановились по кривой естественного выбега. Установившиеся расходы ЕЦ в первом и втором контурах в эксперименте составили ~0.02 и 0.07 отн. ед., соответственно.

Данные эксперименты показали, что при исходном подогреве теплоносителя второго контура, характерном для энергетических уровней мощности реактора, во втором контуре РУ развивается устойчивая ЕЦ.

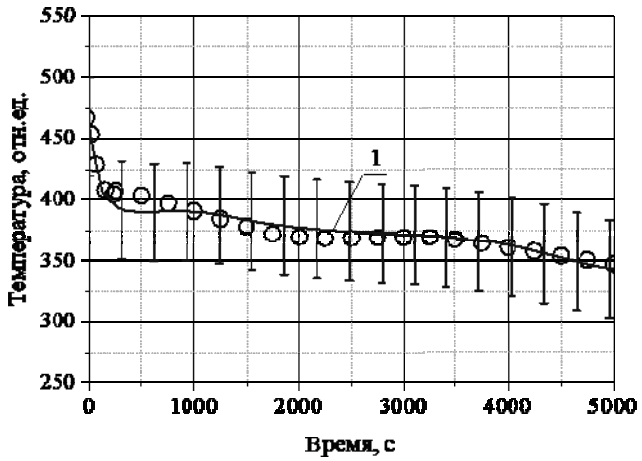
Результаты экспериментального режима с уровня мощности 50% от номинального значения, как наиболее представительные, использовались при валидации кода СОКРАТ-БН[8]. На рисунке 1 приведено сравнение экспериментальных данных с результатами дополнительных расчётных исследований этого режима, которые были выполнены в связи с выходом нового норматива РБ-166-20 по учёту погрешностей и неопределённостей при проведении расчётов в обоснование безопасности аварийных режимов.

Результаты расчётов содержат оценку наиболее ожидаемых значений определяемых параметров и их стандартную неопределённость, которые получены на базе статистической обработки вариантных расчётов с независимым варьированием возможных отклонений параметров расчётной модели. При оценке стандартной неопределённости режимных параметров кроме неопределённостей, обусловленных возможными отклонениями параметров расчётной модели, также учитывалась погрешность расчёта, указанная в аттестационном паспорте. В качестве возможных отклонений параметров расчётной модели рассматривались неопределённости, связанные с исходным состоянием РУ, геометрическими и техническими характеристиками оборудования, работой систем управления, свойств конструкционных материалов, коэффициентов замыкающих соотношений (по гидравлике и теплу).

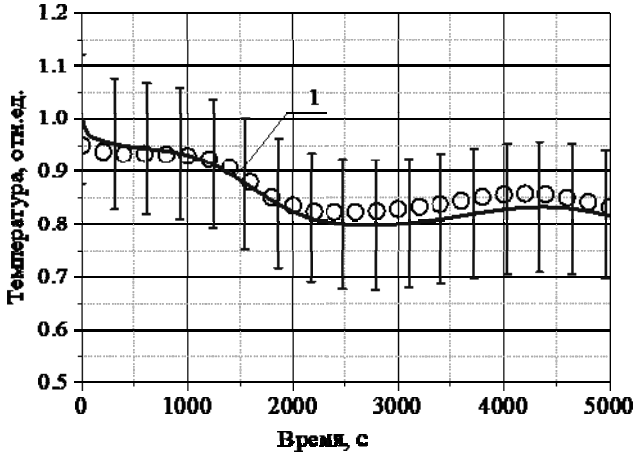
Детальное описание подхода, использованного при обосновании безопасности аварийных режимов приводится в [9]. Из рисунка 1 видно, что имеющиеся экспериментальные данные по основным параметрам контуров РУ БН-600 лежат в границах неопределённости расчётов. Таким образом, подтверждается корректность подхода к моделированию режимов с одновременной ЕЦ в контурах РУ БН-600.

Результаты этих расчётных исследований легли в основу обоснования методического подхода, который в настоящее время используется в ОУОБ при анализе аварийных режимов с учётом новых требований нормативной документации по оценке влияния погрешностей и неопределённостей на результаты расчётов.

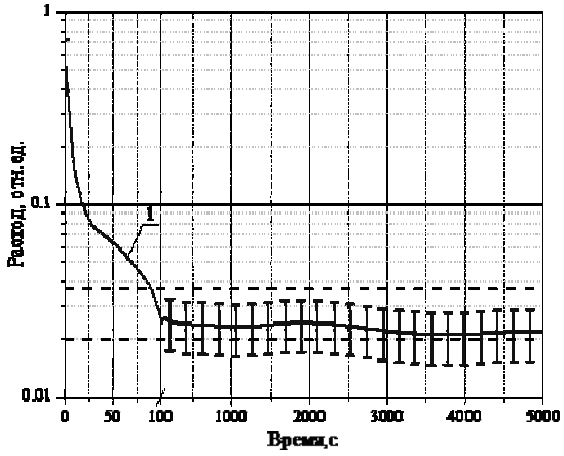
В 2016 году завершился ввод в эксплуатацию энергоблока №4 Белоярской атомной станции с РУ БН-800. Номинальная тепловая мощность реактора составляет 2100 МВт. Теплоотвод от реактора организован по трехконтурной схеме тремя параллельными петлями. На этапах энергопуска и опытно-промышленной эксплуатации на энергоблоке была выполнена серия экспериментов по исследованию развития ЕЦ в натриевых контурах. Отвод остаточных тепловыделений от реактора осуществлялся системой аварийного расхолаживания (САРХ) через промежуточный натриевый контур к ВТО. Натрий промежуточного контура охлаждается атмосферным воздухом, проходя внутри трубок ВТО. Нагретый в ВТО воздух за счет естественной тяги сбрасывается в венттрубу САРХ.



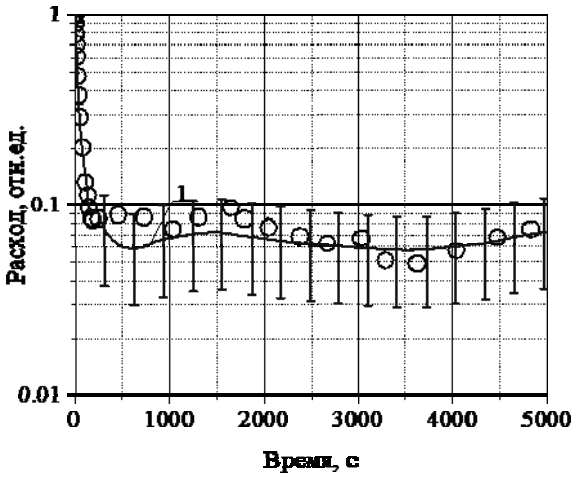
а) Изменение температуры натрия на входе в ПТО



б) Изменение температуры натрия на выходе из ПТО



в) Изменение расхода натрия череза.з.



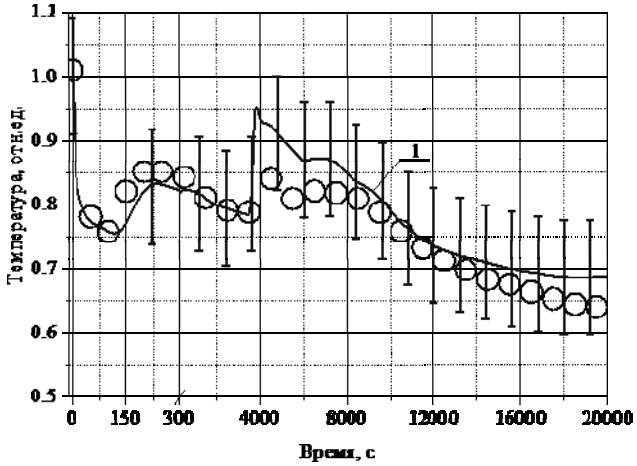
г) Расход натрия через ПГ

○ – Усредненные значения экспериментальных данных[10]
1 – Расчётное средневариантное (наиболее ожидаемое) значение
I – стандартная неопределённость расчёта
– – экспериментальная оценка по косвенным измерениям

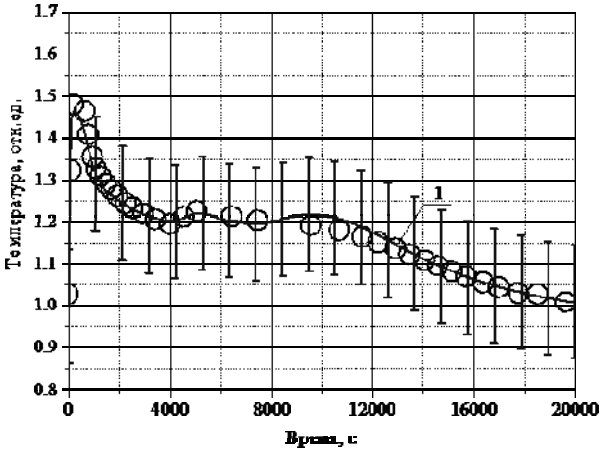
Рис. 1. Изменения параметров натрия первого контура РУ БН-600 в режиме с расхолаживанием реактора с уровня мощности 50 % от номинального значения в сравнении с результатами расчета по коду СОКРАТ-БН

Эксперименты по исследованию ЕЦ проводились на различных исходных уровнях мощности реактора одновременно в первом и втором контурах, а также по отдельности. Возникновение ЕЦ теплоносителей в первом контуре РУ определялось в режимах по характеру изменения температур натрия на выходе иза.з., входе и выходе ПТО по первому контуру, т.к. в первом контуре отсутствует возможность прямого определения расхода теплоносителя.

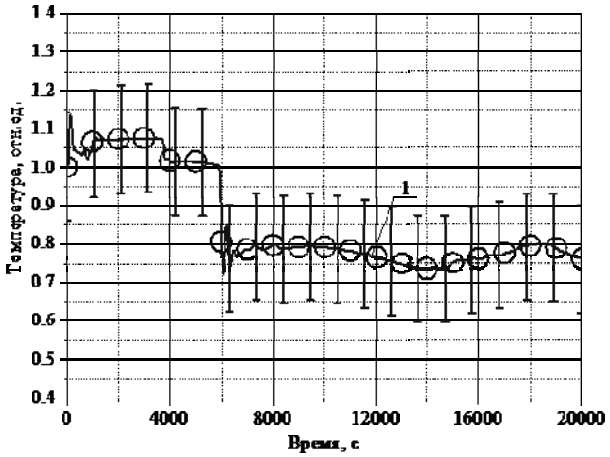
Испытания ЕЦ теплоносителей, проводимые на исходных уровнях мощности менее 50 % показали возможность развития устойчивой ЕЦ теплоносителя в первом контуре при принудительной циркуляции натрия в контуре САРХ, а также возможность существования ЕЦ натрия в контуре САРХ при принудительной циркуляции теплоносителя в первом контуре.



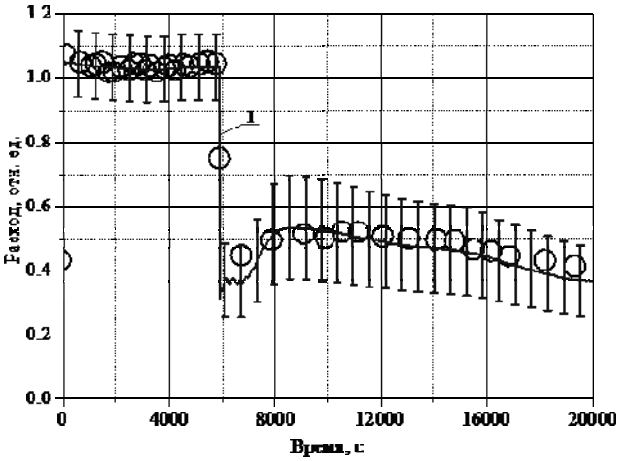
а) Изменение средней температуры натрия на выходе иза.з.



б) Изменение температуры натрия второго контура на входе в ВТО



в) Изменение температуры натрия на выходе из ВТО



в) Изменение расхода натрия через ВТО

○ – Усредненные значения экспериментальных данных[11]

1 – Расчётное средневариантное (наиболее ожидаемое) значение

I – стандартная неопределённость расчёта

– – экспериментальная оценка по косвенным измерениям

Рис. 2. Изменение параметров РУ БН-800 в ходе режима расхолаживания на ЕЦ с 50 % номинальной мощности в сравнении с расчетами по коду СОКРАТ-БН

Наиболее интересным с точки зрения обоснования безопасности РУ БН-800 является режим по исследованию развития ЕЦ в первом и втором контуре, проводимый с исходного уровня мощности 50 % от номинального. Исходное событие для формирования сигнала на останов реактора – уменьшение расхода питательной воды. После срабатывания АЗ отвод тепла от реактора осуществлялся введенной в работу САРХ. Отключение циркуляционных насосов первого контура произвели спустя час после исходного события. После установления в первом контуре реактора расхода ЕЦ и наступления устойчивого процесса расхолаживания спустя ~40 мин после отключения циркуляционных насосов первого контура были отключены электромагнитные насосы САРХ. Расход в промконтуре САРХ составлял при этом 0.4 – 0.6 отн. ед.. Таким образом, ЕЦ установилась во всех натриевых контурах, обеспечивая отвод остаточных тепловыделений от а.з. реактора через промконтур САРХ в ВТО, где тепло

передавалось атмосферному воздуху за счет его естественной конвекции через межтрубное пространство ВТО.

С учётом уникальности экспериментальных данных по одновременной ЕЦ в натриевых и воздушном контурах РУ БН-800 с использованием кода СОКРАТ-БН были проведены расчётные исследования режима расхолаживания на ЕЦ РУ с исходного уровня мощности 50% от номинального значения. Сравнение экспериментальных и расчётных значений по основным параметрам контуров РУ БН-800 в этом режиме приводятся на рисунке 2. Как видно из рисунка 2, экспериментальные данные лежат в границах неопределённости расчётов. Таким образом, дополнительно подтверждается корректность моделирования кодом СОКРТА-БН режимов с ЕЦ в натриевых и воздушных контурах РУ БН-800. Результаты этих расчётных исследований легли в основу обоснования методического подхода, который сейчас используется в ООО Б при анализе аварийных режимов с учётом новых требований нормативной документации по оценке влияния погрешностей и неопределённостей на результаты расчётов.

Анализ чувствительности результатов расчётов основных параметров контуров РУ БН в режиме ЕЦ

Поскольку РБ-166-20 рекомендуется сопровождать результаты расчётов аварийных режимов оценкой чувствительности (оценкой того, каким образом изменение значения одного параметра расчётной модели влияет на результат рассчитываемого параметра), то при обосновании современного методического подхода к анализу аварийных режимов проведена оценка чувствительности результатов расчётов основных параметров контуров РУ БН-600 в экспериментальном режиме с расхолаживанием на ЕЦ РУ при исходном уровне мощности 50% от номинального значения. При анализе чувствительности в соответствии с [12] использовался ранговый критерий для определения наличия корреляции между результатами расчетов и неопределенными входными параметрами.

На практике ранговые критерии применяют для проверки гипотезы независимости двух признаков. Ранговые критерии не зависят от конкретного вида функций распределения признаков (при условии их непрерывности), и они робастны (устойчивы) к выделяющимся наблюдениям («выбросам»), которые могут присутствовать в массивах данных. Наиболее часто используемым критерием является критерий Спирмена (КРКС), ρ_s.

КРКС всегда лежит в диапазоне $-1 \leq \rho_s \leq 1$, причем крайние значения достигаются при полном соответствии рангов $\rho_s = 1$ и при полностью противоположных рангах $\rho_s = -1$.

Сравнивая рассчитанный КРКС ρ_s с критическим значением r, можно сделать следующий вывод: если $|\rho_s| \geq r$, то с вероятностью p корреляционную зависимость между входным параметром и результатом расчета следует признать значимой, в противном случае можно считать что зависимость отсутствует.

В качестве критического значения КРКС используется величина 0,3, которая соответствует уровню значимости 99,8 % [13].

В табл. 1 для основных контролируемых параметров РУ БН-600 приведены результаты расчётов КРКС для наиболее значимых параметров расчётной модели.

Из табл. 1 следует, что наибольшее влияние на основные контролируемые параметры РУ БН в режиме с ЕЦ оказывают неопределённости:

– мощности остаточных тепловыделений;

– потерь давления на местных сопротивлениях остановленных ГЦН-1,2;

– расхода ПВ.

Таблица 1
Усредненные по времени значения КРКС

Расчетный параметр	Параметр варьирования (неопределённости)	Усредненное по времени значение КРКС
Температура натрия на выходе иза.з.	Коэффициент потерь давления на местных сопротивлениях остановленного ГЦН-1	0.691
	Множитель на остаточные тепловыделения	0.409
	Множитель на расход ПВ в ПГ в режиме ЕЦ	-0.318
Расход натрия через ПГ	Коэффициент потерь давления на местных сопротивлениях остановленного ГЦН-2	-0.673
	Множитель на расход ПВ в ПГ в режиме ЕЦ	0.307

Заключение

Эксперименты, проводимые на реакторных установках БН, подтвердили возможность возникновения устойчивой ЕЦ в контурах РУ. ЕЦ в реакторе может возникать при ПЦ во втором и третьем контурах, при ЕЦ во втором и ПЦ в третьем контурах или при ЕЦ в натриевом и воздушном контурах САРХ. В режимах с ЕЦ циркуляцией теплоносителя обеспечивается расхолаживание РУ, при этом расход теплоносителей находится на уровне 1–7% от номинальных значений. На уровень расхода ЕЦ и температурных пульсаций оказывают влияние исходный уровень мощности и алгоритмы отвода тепла к конечному поглотителю.

Результаты экспериментов с ЕЦ теплоносителей на установках БН-600, PHENIX и EBR-II использовались при валидации кода СОКРАТ-БН, в результате которой было установлено, что погрешность расчёта температуры теплоносителя составляет 40К, расхода – 30%[14].

В связи с новыми требованиями нормативной документации по учёту погрешностей и неопределённостей при проведении расчётного анализа безопасности возникла необходимость проведения дополнительных поверочных расчётов экспериментальных режимов с ЕЦ на РУ БН-600 и БН-800. Необходимость этих поверочных расчётов обусловлена требованиями РБ-166-20 по подтверждению погрешности выбранных параметров варьирования при проведении статистических исследований режимных параметров безопасности. По результатам расчётов установлено, что имеющиеся экспериментальные данные по контурам РУ лежат в границах неопределённости расчёта. Таким образом, подтверждается корректность моделирования режимов с ЕЦ.

Анализ чувствительности показал, что на результаты расчётов основных контролируемых параметров РУ в режиме ЕЦ наибольшее влияние оказывают неопределённости, связанные с мощностью остаточных тепловыделений, потерями давления на местных сопротивлениях остановленных ГЦН-1,2 и расходом питательной воды в ПГ.

Результаты выполненных расчётных исследований легли в основу обоснования современного методического подхода к анализу аварийных режимов с ЕЦ на РУ БН-600 и БН-800.

Библиографический список

1. Багдасаров Ю.Е. Технические проблемы реакторов на быстрых нейтронах. М., Атомиздат, 1969.

2. Казачковский О.Д., Антипин Г.К., Афанасьев В.А., Бай В.Ф., Борисюк В.А., Борисюк Е.В., Грязев В.М., Ефимов В.Н., Кевролев В.П., Кондратьев В.И., Краснояров Н.В.,

Смирнов А.М.. АварийноерасхолаживаниеустановкиБОР-60. «Атомнаяэнергия», Т. 34, Вып. 5
3. Анфимов А.М., Ртищев Н.А., Семенов В.Н., Тарасов А.Е., Чалый Р.В. Верификация кода СОКРАТ-БН на экспериментальных данных, полученных на РУ Phenix в режиме расхолаживания на естественной циркуляции – Конференция молодых специалистов «Инновации в атомной энергетике». 25-26 ноября 2015 г. НИКИЭТ. г. Москва
4. Rtishchev N., Ohira H., Sumner T., Monti S., Kriventsev V., Hu W., Sui D., Su G., Maas L., Vezzoni B., Sarathy U. P., Del Nevo A., Zanino R., Petruzzi A., Van Rooijen W. F. G., Morita K., Choi C., Shin A., Stempniewicz M., Zhang Y., Bates E.. Final Results and Lessons Learned from EBR-II SHRT-17 Benchmark Simulations // International Conference on Fast Reactors and Related Fuel Cycles: Next Generation Nuclear Systems for Sustainable Development. FR17, 26-29 June 2017, Yekaterinburg, Russian Federation, IAEA-CN245- 084
5. Ашурко Ю.М., Багдасаров Ю.Е., Кузнецов И.А., Букша Ю.К., Демин А.А., Купный В.И., Антуфьев О.Н., Козубов Э.П., Шейнкман А.Г., Левитин В.А. Основные результаты специальных экспериментов по исследованию систем и устройств аварийной защиты реакторов БН-350 и БН-600 // Франко-советский семинар по безопасности быстрых реакторов. Обнинск, 1985 г
6. Ашурко Ю.М. Методы обоснования и оптимизации основных характеристик систем отвода остаточного тепловыделения в быстрых реакторах с натриевым теплоносителем. // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Обнинск. 2003 г.
7. Rtishchev N.A., Chalyy R.V., Semenov V.N., Fokin A.M., Tarasov A.E., Shepelev S.F., Osipov S.L., Gorbunov V.S., Anfimov A.M. Validation of SOCRAT-BN Code on the Base of Reactor Experiments – 10th International Topical Meeting on Nuclear Thermal Hydraulics, Operation and Safety (NUTHOS10), Okinawa, Japan, 14-18 Dec. 2014
8. Rtishchev N.A., Chalyy R.V., Semenov V.N., Fokin A.M., Tarasov A.E., Shepelev S.F., Osipov S.L., Gorbunov V.S., Anfimov A.M. Validation of SOCRAT-BN Code on the Base of Reactor Experiments – 10th International Topical Meeting on Nuclear Thermal Hydraulics, Operation and Safety (NUTHOS10), Okinawa, Japan, 14-18 Dec. 2014
9. Чалый Р.В., Рыжов Н.И., Семенов В.Н.1, Тарасов А.Е., Анфимов А.М. Современные подходы к детерминистическому анализу безопасности быстрых натриевых реакторов / Доклад технического совещания, посвящённого подходу к обеспечению безопасности быстрых реакторов с жидкометаллическим теплоносителем и анализу и моделированию тяжёлых аварий. Вена, Австрия, 13-17 марта 2023 г.;
10. Климонов И.А., Иванов Е.Н., Усов Э.В., Кудашов И.Г., Дугаров Г.А., Бутов А.А., Мосунова Н.А., Стрижов В.Ф., Анфимов А.М., Горбунов В.С., Кузнецов Д.В., Осипов С.Л., Бельтюков А.И.. Верификация теплогидравлического кода HYDRA-IBRAE/LM/V1 на основе экспериментов, выполненных на реакторной установке БН-600 // Атомная энергия. – Том 122. – Номер 5. – 2017. – с. 258 – 262.
11. Анфимов А.М., Кирилов И.Н., Кузнецов Д.В.Результаты анализа теплоотводной аварии РУ БН-800 с учетом данных, полученных на этапе ввода в эксплуатацию – Сборник докладов 20-й Международной конференции молодых специалистов по ядерным энергетическим установкам 11-12 апреля 2018 года – г. Подольск, 2018 г. – с 118 – 126
12. Гайдышев И. Анализ и обработка данных: специальный справочник – СПб: Питер, 2001. – 752 с.
13. Гурман В.Е. Теория вероятностей и математическая статистика. Учеб.пособие для вузов. Изд. 7-е, стер. – М.:Высш. шк., 1999. – 479 с.

14. Аттестационный паспорт программы для ЭВМ «Интегральный код для анализа запроектных аварий на АЭС с РУ БН. Версия 2.0 (СОКРАТ-БН/В2)», регистрационный № 472 от 20.11.2019 г.

УДК 621.039

ТРОФИМОВ М.А., САТАЕВ А.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ТЕПЛООБМЕНА ГРАФЕНО-ВОДНОГО ТЕПЛОНОСИТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оптимизация процессов, протекающих в теплообменных аппаратах, является актуальной проблемой для всех установок, в которых применяется упомянутое оборудование, в их числе и ЯЭУ. На данный момент используются конфигурации, уставки и режимы, эффективность которых подтверждена экспериментами и опытом эксплуатации. Однако, до сих пор мы не можем говорить об абсолютной эффективности теплообменных аппаратов. Поэтому исследования с целью оптимизации процессов, происходящих в вышеупомянутом оборудовании, являются актуальными и проводятся до сих пор.

Одно из направлений: добавление в теплоноситель мелкодисперсных частиц различных веществ. Одним из таких веществ является графен. Графен – это двумерная аллотропная модификация углерода толщиной в один атом. Его можно представить, как одну плоскость слоистого графита, отделённую от объёмного кристалла. Данный материал обладает большой механической жёсткостью и рекордно большой теплопроводностью.

Исследование теплоносителей с растворённым в них графеном подтверждают его теплофизические свойства [1],[2]. Однако, добавление упомянутого материала также облагается рядом ограничений. Теплофизические свойства графена наиболее эффективно проявляют себя в случаях, когда вещество покрывает поверхность теплообмена толщиной в 1 атомный слой, таким образом, его содержание в теплоносителе колеблется от 0,1% до 10%. Данная величина варьируется в зависимости от теплоносителя (преимущественно сейчас во многих теплообменниках используется вода, в силу её особых свойств) и размера добавляемых частиц. Для равномерного распределения мелкодисперсной добавки смешивание рекомендуется производить в установках, создающих ультразвуковые колебания. Ещё одним преимуществом наноразмерных частиц является тот факт, что они не создают загрязнений, мешающим протеканию теплоносителя. Малый размер и вес частиц графена позволяют ему без проблем проходить все трубопроводы при загрузке, а в дальнейшем оседание вещества на внутренних поверхностях труб не уменьшает площадь сечения свободного течения теплоносителя. На данный момент вышеуказанная аллотропная модификация углерода проходит теплогидравлические испытания весьма успешно. Наиболее интересующими направлениями исследований являются эксперименты с различными режимами течения теплоносителя (сравнение коэффициентов теплопередачи при ламинарном и турбулентном режимах), а также экспериментами с различной концентрацией добавки графена.

Библиографический список

1. KapilanNatesan, SadashivaPrabhu S, , Samuel Varghese Kodathu, RohanVerma Effect of graphene on the performance of heat exchangers and related simulation studies/ Materials Today: Proceedings:March 2021;
2. PeriyannanLakshmanan, SaravananPeriyasamy, Saranyakanagarajan, RatchagarajaDhairiyasamyAnalysis of heat transfer performance and thermo-hydraulic characteristics of gra-

phenenanofluids: impact of sedimentation effects/ Analysis of heat transfer performance and thermo-hydraulic characteristics of graphenenanofluids: impact of sedimentation effects: September 2023.

УДК 539.1.074

ТУМАЕВА С.Е., ДЕМАШОВ А.С., БАСОВ А.А.

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО СПЕКТРА НЕЙТРОНОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Изучение энергетического спектра нейтронов имеет важное практическое значение в ядерной энергетике, радиационной защите и материаловедении. Определение распределения нейтронов по энергиям позволяет оптимизировать конструкции ядерных реакторов, разрабатывать эффективные защитные экраны и проводить точные нейтронографические исследования. Целью данной работы является экспериментальное определение энергетического спектра нейтронов от радиоактивного источника, и их классификация по энергетическим группам с использованием компьютерного моделирования.

Нейтроны классифицируются по энергии на три основные группы: быстрые (>1 МэВ), промежуточные (0.1-1 МэВ) и тепловые (<0.1 МэВ). Быстрые нейтроны являются продуктами реакций деления и обладают наибольшей проникающей способностью. Промежуточные нейтроны представляют собой замедляющиеся нейтроны, а тепловые нейтроны находятся в тепловом равновесии и наиболее эффективно поглощаются ядрами [1].

В качестве оборудования используется виртуальный измерительный комплекс, включающий имитированный Pu-Be источник и программный детектор нейтронов. Методика определения энергетического спектра включает калибровку детектора по стандартным источникам, регистрацию спектра в течение 300 секунд, построение гистограммы N(E), а также математический анализ, который заключается в разделении на энергетические группы и расчете средних энергий (рис. 1).

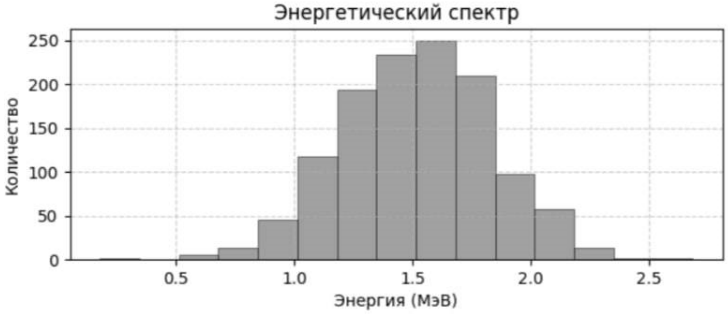


Рис 1. Гистограмма энергетического спектра

Результаты эксперимента представлены в табл. 1.

Таблица 1

Распределение нейтронов по энергетическим группам

Группа нейтронов	Энергетический диапазон	Доля, %
Быстрые	>1 МэВ	84 ± 3
Промежуточные	0.1–1 МэВ	13 ± 2
Тепловые	<0.1 МэВ	3 ± 1

Таким образом, результаты подтверждают преобладание быстрых нейтронов (84%), установлены четкие границы энергетических групп. Наблюдается хорошее соответствие с теоретическим спектром Pu-Be источника, небольшое расхождение в области тепловых нейтронов объясняется погрешностями измерений и особенностями моделирования. Разработанная методика применима для анализа реальных источников нейтронов и может быть использована для дальнейших исследований в области ядерной физики.

1.Леонов, Н.В. Ядерная физика и реакторы / Н.В. Леонов. – Москва: Атомиздат, 1976. – 512 с.

УДК 621.039

УГАРОВ М.Ю., ВОРОНОВ А.Н., ИЛЬЧЕНКО А.Г.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ МАЛОЙ МОЩНОСТИ В ЭЛЕКТРИФИКАЦИИ АРКТИЧЕСКИХ И ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В настоящей работе рассмотрены потребности арктических и дальневосточных регионов России в электроэнергии, рассмотрено производство электроэнергии в регионах, рассчитана разница между производством и потреблением, оценены показатели производства и потребления электроэнергии, сделаны выводы и предложены варианты улучшения показателей производства.

Таблица 1

Сравнение производимой и потребляемой электроэнергии в РФ за 2023 год

Регион	Производство в млнкВт·ч	Потребление в млнкВт·ч	Разница в млнкВт·ч
Амурская обл.	18073	9970	8103
Республика Бурятия	6295	6607	-312
Еврейская авт. обл.	2	1786	-1784
Забайкальский край	12110	8832	3278
Камчатский край	2111	2111	0
Магаданская обл.	3213	2985	228
Приморский край	11512	14404	-2892
Республика Саха	7899	11829	-3930
Сахалинская обл.	4791	4791	0
Хабаровский край	10642	9820	822
Чукотский авт. округ	881	866	15
Мурманская обл.	18205	11938	6267
Республика Коми	10200	8754	1446
Красноярский край	74115	33336	40779
Архангельская обл.	8676	10283	-1607
Общее количество	188725	138312	50413

Анализ таблицы показывает, что в пяти регионах производство электроэнергии ниже, чем потребление, а в двух регионах эти показатели равны. Несмотря на то, что общее количество производимой электроэнергии превалирует над общим количеством потребления, регионам, где разница отрицательна приходится покупать электроэнергию. Это влияет на экономику, энергетические независимость и стабильность региона.

Для решения данной проблемы можно и следует использовать атомные станции малой мощности (АСММ). Они обеспечивают энергетическую безопасность, могут быть построены быстро и дёшево в удалённых и изолированных местах близко к потребителю, а также могут быть использованы для переработки ядерного топлива и уменьшения радиоактивных отходов. На данный момент уже эксплуатируются АСММ с реакторными установками КЛТ-40С. За время своей работы они доказали свою надёжность и эффективность. Данные станции могут быть использованы не только для производства электроэнергии. Также АСММ могут быть использованы для опреснения воды, теплоснабжения и других промышленных процессов, что является отличным решением для регионов, так как решает несколько задач сразу. АСММ являются перспективным направлением и решением для удалённых регионов с ограниченными ресурсами и большим потреблением электроэнергии.

1.Электроэнергетический комплекс России - Электронный ресурс // URL: https://www.eeseaec.org/elektroenergeticeskij-kompleks-rossii / (дата обращения: 25.04.2025)

УДК 621.039

УГАРОВ М.Ю., ВОРОНОВ А.Н., ИЛЬЧЕНКО А.Г.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТОРИЕВОГО ТОПЛИВА В ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРАХ ВВЭР-1000

Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина

В настоящей работе приведены результаты расчёта топливных компаний реактора ВВЭР-1000 с использованием в качестве топлива диоксида урана с обогащением 4 % и смешанного уран-ториевого топлива (диоксид тория + диоксид урана-235 с содержанием урана-235 соответственно 4 и 5 % по массе). На основе полученных результатов был произведён анализ и сделаны выводы по применению тория в качестве топлива ядерных реакторов. Данные были рассчитаны для реактора ВВЭР-1000 одной конфигурации для первой топливной загрузки.

Таблица 1

Сравнение сомножителей, коэффициентов воспроизводства и кампаний реактора в горячем состоянии

Топливо и обогащение	UO_2 (U^{235} 4%)	UO_2+ThO_2 (U^{235} 4%)	UO_2+ThO_2 (U^{235} 5%)
Число вторичных нейтронов на один поглощённый топливом нейтрон	1,969	1,735	1,818
Коэффициент размножения на быстрых нейтронах	1,039	1,035	1,036
Вероятность избежать резонансного захвата	0,624	0,669	0,63
Коэффициент использования тепловых нейтронов	0,8775	0,8982	0,9116
Коэффициент размножения в бесконечной среде	1,313	1,318	1,382
Эффективный коэффициент размножения	1,291	1,297	1,36
Кампания реактора, эф.сутки	505	568	829

Анализируя полученные результаты, можно сделать вывод, что топливная загрузка с уран-ториевым топливом (содержание урана-235 4% по массе) имеет на 0,006 больший эффективный коэффициент размножения, чем топливная загрузка с чисто урановым топливом (UO_2 с обогащением в 4 %). Это обеспечивает увеличение продолжительности кампании реактора на 63 эф.суток и, соответственно, глубины выгорания.

Для варианта с уран-ториевым топливом (содержание урана-235 по массе 5 %) коэффициент размножения увеличивается на 0,069 по сравнению с вариантом чисто уранового топлива и на 0,049 по сравнению с уран-ториевым топливом (4 % содержания урана-235), что позволяет увеличить кампанию до 828 эф.суток.

Каждая перегрузка топлива на АЭС происходит во время планово-предупредительных работ. Такие работы требуют остановки реакторной установки. Простой энергоблока влечёт за собой энергетические и экономические потери. Использование в качестве топлива диоксида тория позволяет как можно реже останавливать энергоблок для перезагрузки топлива, что в долгосрочной перспективе делает торий более выгодным для использования в качестве сырья для ядерного топлива.

Тория содержится примерно в 3-4 раза больше, чем урана в земной коре, также имеет низкуюрадиотоксичность отходов, что делает его хорошим дополнением к урановому топливу для создания долгосрочной и устойчивой ядерной энергетики. Также диоксид тория имеет более стабильную химическую структуру, а также имеет достаточно высокую радиационную стойкость в отличие от диоксида урана.

УДК 621.039

ФРЕЙЗЕ А.П., САТАЕВ А.А., КОСОЛАПОВ И.С.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ПРОЧНОСТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ УПЛОТНИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КРЫШЕК ОБОРУДОВАНИЯ ЯЭУ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Уплотнительные элементы являются важной частью оборудования ядерных энергетических установок, поскольку нарушение герметичности уплотнительных соединений может приводить к авариям, связанным с выходом радиоактивного теплоносителя за пределы соответствующего контура реакторной установки, а так же вызвать коррозионное повреждение (или разрушение) элементов конструкции реакторной установки.

При обосновании применения определенного типа уплотнительного элемента в конструкции крышек оборудования ЯЭУ возникает неопределенность в определении факторов, которые влияют на прочностные характеристики определенного уплотнительного элемента. Для определения факторов был проведен статический прочностной расчет клинового уплотнения, плоского уплотнения, торового уплотнения, шлифованного уплотнения с поперечным сечением в виде окружности и уплотнения с выступом. В качестве исследуемого объекта выбрано фланцевое соединение крышки парогенератора ПГ-28с. Фланцевое соединение является наиболее распространенным видом разъемного соединения. Фланцевые соединения являются прочно-плотными разъемными соединениями сосудов, арматуры, соединительных частей трубопроводов [1].

Для моделирования использовалось программное обеспечение ANSYSStaticStructural, которое позволило получить распределение напряжений и деформаций, возникающих в уплотнительных элементах. Моменты затяжки резьбовых соединений крышки рассчитывались с помощью калькулятора «Calculator – Tighteningtorquetopreload a bolt» [2].

В результате моделирования было выявлено, что на прочность уплотнительных элементов влияет несколько факторов. Первый фактор – это геометрическая форма уплотнения, чем больше поверхность уплотнения скруглена, тем равномернее распределяется нагрузка в уплотнении, что снижает напряжения, возникающие в уплотнительном элементе, однако в работе рассмотрена малая часть уплотнений, поэтому необходимо исследование других типов уплотнений. Второй фактор – это температура среды, в которой эксплуатируется уплотнение, при увеличении температуры структура материалов разрушается, что приводит к снижению прочностных показателей. Третий фактор – это момент затяжки крепежных элементов во фланцевом соединении, в некоторых случаях затяжка позволяет увеличить герметичность соединения, однако к выбору момента затяжки следует относиться с большой осторожностью, недопустимые моменты затяжки могут привести к разрушению уплотнительного элемента. Четвертый фактор – это материал, из которого состоит уплотнение, материалы с высокой плотностью и пластичностью обладают наибольшими преимуществами по величине коэффициента запаса прочности и по герметичности, поскольку высокая пластичность позволяет по максимуму заполнять пустоты, тем самым повышая герметичность. Также следует отметить свойства материала по устойчивости к коррозии, чем ниже коррозионные свойства, тем меньше срок эксплуатации уплотнения особенно это применительно к условиям эксплуатации ядерных энергетических установок.

Библиографический список

1. **Кондаков, Л.А.** Уплотнения и уплотнительная техника: Справочник / Л.А. Кондаков, А.И. Голубев, В.Б. Овандер и др.; Под общей редакцией А.И. Голубева, Л.А. Кондакова. - М.: Машиностроение, 1986. - 464 с.

2. Момент затяжки для предварительного натягивания болта / [Электронный ресурс] // Engineering-abc:[сайт]. – URL:http://www.tribology-abc.com/calculators/e3_6a.htm (дата обращения: 13.04.2025).

Подсекция 7.2

Физика волновых процессов

УДК 520.62

БЕЛКИНА В.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ МИКРОВОЛНОВОЙ СИСТЕМЫ СЧИТЫВАНИЯ БОЛОМЕТРИЧЕСКОГО ПРИЕМНИКА МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА ДЛИН ВОЛН ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СОСТАВЕ ОПТИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА БТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время ведутся работы по внедрению отечественной приемной системы, работающей на стыке ТГц и субТГц диапазонов на основе детекторов структуры сверхпроводник – изолятор – нормальный металл – изолятор – сверхпроводник (СИНИС) на Большой телескоп Альт-Азимутальный (БТА) САО РАН (Специальная астрофизическая обсерватория Российской академии наук). Рассматривается приём данных в диапазоне частот от 75 ГГц до 110ГГц, так как в этом диапазоне есть возможность проводить наблюдения поздним вечером и ранним утром, что расширяет функционал оптического телескопа БТА. Как правило, наиболее чувствительными являются детекторы на основе сверхпроводниковых материалов.

Целью данной работы является разработка топологии сверхпроводникового копланарного резонатора, настроенного на частоту 2 ГГц. Копланарная линия может работать на своей частоте, так как является своеобразным проводом, по которому происходит передача информации о принимаемых данных.

Копланарная линия имеет воздушный слой над подложкой, металлизированный экран и металлизацию самой подложки с обратной стороны. После проведения расчётов получили общую длину копланарной линии [1, 2]: $l = 12426$ [мкм] .

Резонатор необходимо разместить на определенной площади (3500мкм×4550мкм). Моделирование, производилось в САПР CSTSTUDIOSUITE и представлено на рис. 1.

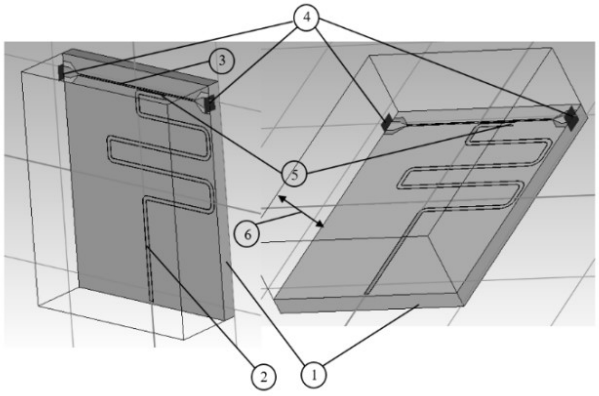


Рис. 1. Внешний вид моделируемого проекта: 1 – кремниевая подложка; 2 – резонатор длиной 12426мкм; 3 – линия питания; 4 – волноводные порты; 5 – ответвитель; 6 – воздушная прослойка

В качестве основного материала был использован PEC (PerfectElectricConductor). Выбор обусловлен тем, что в случае данной модели нужно использовать материал – сверхпроводник. Будут проведены дополнительные расчеты, в которых предполагается воспользоваться опцией создания материала вручную и ввести туда параметры материала NbN в сверхпроводящем режиме.

Библиографический список

1. Nguyen, C. Analysis Methods for RF, Microwave, and Millimeter–Wave Planar Transmission Line Structures / C. Nguyen // A Wiley–Interscience Publication, 2000. – 253 с.
2. Hofmann, S. Design, Fabrication and Characterization of a Microwave Resonator for Circuit QED / S. Hofmann // Diplom, 2007. – 89 с.

УДК 621.372.543.2

ВОРОБЬЕВАК.А., РАЕВСКАЯ Ю.В.

ПОДХОДЫ К КОМПЬЮТЕРНОМУ МОДЕЛИРОВАНИЮ ПОЛОСОВОГО ФИЛЬТРА НА КОАКСИАЛЬНЫХ РЕЗОНАТОРАХ ДЛЯ ДИПЛЕКСЕРА БАЗОВОЙ СТАНЦИИ LTE

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В системах улучшения и усиления мобильной связи сегодня применяются различные дополнительные элементы, которые нужны для коммутации активного оснащения, а также правильной организации высокочастотных трактов. Полосовые фильтры играют важную роль в современных системах сотовой связи. Радиочастотный спектр в диапазонах частот *GSM*, *LTE*, 5*G* перегружен, поэтому требуется высокий уровень изоляции рабочей полосы частот приемопередатчика от нежелательных соседних сигналов и помех. Особый прибор диплексер выполняет суммирование и разделение высокочастотного сигнала по различным частотам. В настоящее время актуальной является задача разработки диплексеров для базовых станций мобильной связи.

Предметом исследования данной работы являются полосовые фильтры на коаксиальных резонаторах для диплексера базовой станции LTEразличных порядков, смоделированные в двух разных САПР, а именно в *AnsoftHFSS*и *CSTStudioSuite*.

Для исследования различных подходов компьютерного моделирования полосового фильтра были изучены возможности программ *AnsoftHFSS*и *CSTStudioSuite*. В процессе изучения литературы было принято решение смоделировать полосовые фильтры именно на коаксиальных резонаторах из-за их высокой добротности, простоты настройки оборудования, а также низкими потерями. Диплексеры на коаксиальных резонаторах используются в тех случаях, когда требуется хорошая фильтрация и высокая добротность при относительно невысокой стоимости и простоте конструкции.

В данной работе были смоделированы полосовые фильтры вторых, третьих и четвертых порядков. В программе *AnsoftHFSS* моделирование производилось с постепенным наращиванием порядка резонаторов, каждый фильтр настраивался с помощью функции оптимизации в заданном частотном диапазоне. Были получены характеристики *S*-парметров для каждого полосового фильтра на коаксиальных резонаторах. В программном пакете *CST StudioSuite* были опробованы новейшие функции моделирования, а именно автоматическое проектирование фильтра по заданным характеристикам.

Результаты показали, что моделирование, оптимизация и настройка полосового фильтра на коаксиальных резонаторах в САПР *AnsoftHFSS*достаточно трудоемкий и кропотливый процесс, который занимает большое количество времени. Благодаря функции автома-

тического проектирования в программном пакете *CST StudioSuite* значительно уменьшается количество времени, потраченного на моделирование фильтра. Также при более детальном изучении данной функции возможна автоматическая оптимизация фильтра для достижения желаемых характеристик.

Результаты этой работы могут быть использованы для дальнейших исследований в области моделирования и оптимизации полосовых фильтров на коаксиальных резонаторах.

УДК 681.7.068

ДАНИЛИН К.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ НОВОЙ МАТРИЦЫ АКТИВНЫХ СВЕТОВОДОВ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МОЩНЫХ ИСТОЧНИКОВ ЛАЗЕРНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

Волоконные лазеры, легированные редкоземельными ионами (РЗЭ), являются ключевыми элементами современных оптических систем. Однако повышение их мощности ограничивается нелинейными эффектами и концентрационным тушением, возникающими при высоких уровнях легирования. Решить эту проблему возможно модификацией стеклянной матрицы [1]. В данной работе исследуется влияние добавки оксида бора (B_2O_3) на оптические свойства волоконных световодов на основе кварцевого стекла, легированных иттербием (Yb^{3+}), для применения в схемах усилителей и мощных лазерных источников излучения.

Методом модифицированного химического осаждения из газовой фазы (MCVD) получена серия заготовок волоконных световодов с сердцевиной из бороалюмофосфоросиликатного (BAPS) стекла с различным содержанием Yb_2O_3 (0,8–2,5 мол.%). Введение B_2O_3 в алюмофосфоросиликатную (APS) матрицу способствовало уменьшению разницы показателей преломления стекла сердцевины и оболочки. Это позволило получить одномодовыесветоводы с увеличенным диаметром сердцевины, необходимого для уменьшения порога нелинейных эффектов. Исследование усилительных свойств полученных световодов проводилось в схеме МОРА (усилитель мощности задающего генератора). Длина волны излучения задающего лазерного диода составила 1064 нм, источника накачки - 915 нм. Световод со средней концентрацией ~ 1 мол.% Yb2O3 продемонстрировал стандартную высокую эффективность усиления для схемы с накачкой в оболочку ~ 62%, сопоставимую с APS световодом с близким содержанием иттербия, фосфора и алюминия. Установлено, что BAPS световоды с предельно-высокой концентрацией Yb2O3 (~2,5 мол.%) сохраняли усилительные свойства, тогда как APS световод близкого состава и концентрацией Yb2O3 ~2,4 мол.%, но без добавки бора полностью переставал работать как усилительная среда. На рисунке 1 приведена эффективность сравниваемых образцов.

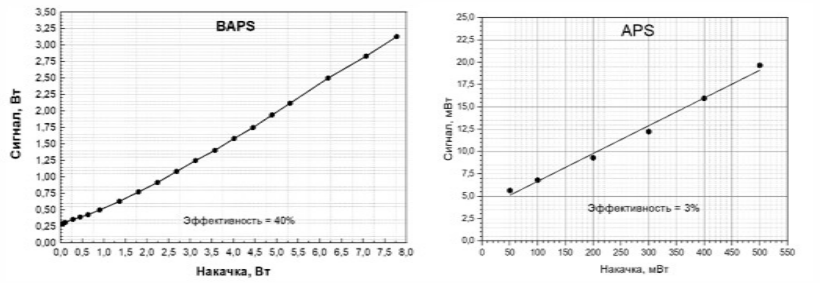


Рис.1. Эффективность BAPS и APS матриц

Экспериментально подтверждено, что B_2O_3 повышает растворимость Yb^{3+} в силикатной матрице, предотвращая кластеризацию ионов и подавляя концентрационное тушение. Применение таких световодов перспективно для создания компактных высокомощных лазерных систем.

1. Воронин, В. Г. Основы нелинейной волоконной оптики: учебное пособие / Воронин В. Г., Наний О. Е. — М.: Университетская книга, 2011. — 128 с.

УДК 621.372.2

ДИБИХИНА Д.С.

СТЫК РАВНОМЕРНО ИЗОГНУТОГО И РЕГУЛЯРНОГО ПРЯМОУГОЛЬНЫХ ВОЛНОВОДОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные телекоммуникационные системы, радиолокационные установки, спутниковые технологии и системы передачи данных активно используют волноводы для передачи электромагнитных волн. Волноводы, как направляющие структуры, обеспечивают минимальные потери энергии сигнала и высокую степень защиты от внешних помех, что делает их незаменимыми в высокочастотных приложениях. Однако при проектировании сложных систем часто возникает необходимость соединения различных типов волноводов, таких как регулярные (прямые) и изогнутые. Это приводит к появлению задач, связанных с анализом и оптимизацией стыков между такими волноводами, что является актуальной проблемой в электродинамике, радиофизике и прикладной инженерии.

Предметом исследования данной работы является равномерно изогнутый волновод – волновод с неизменной формой поперечного сечения, ось которого изогнута по дуге окружности.Он исследовался в ряде работ, но подробного численного анализа характеристик передачи такого широко используемого элемента СВЧ-тракта не проводилось.

Для исследования волн в волноводах, продольная ось которых изогнута по дуге окружности, применяется метод разделения переменных в цилиндрической системе координат. Изогнутые волноводы широко применяются в тех случаях, когда необходимо изменить направление передачи сигнала без значительных потерь.

В данной работе был смоделирован изогнутый прямоугольный волновод, что позволяет изучить влияние различных углов изгиба на его электромагнитные характеристики. Моделирование волновода производилось в программах AnsoftHFSS и ComsolMultiphysics. Геометрия волновода была создана в программном комплексе для электромагнитного моделирования, где угол изгиба выступал в качестве переменного параметра. Были получены S-параметры для соединения волноводов. Исследовано влияние радиуса и угла изгиба на электрические характеристики рассматриваемой структуры.

Результаты моделирования показали, что увеличение угла изгиба и уменьшение его радиуса приводят к увеличению потерь входного сигнала из-за увеличения отражения от стыка регулярного и изогнутого волноводов. Результаты этой работы могут быть использованы для дальнейших исследований в области оптимизации формы изгиба волновода с целью минимизации потерь и улучшения характеристик согласования. Моделирование прово-

дилось в диапазоне частот одноволнового режима работы регулярного прямоугольного волновода.

УДК 530.145

ЗАХАРОВ И.О.

ОПТИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ СВЯЗИ НА SPADC КВАНТОВОЙ КРИПТОГРАФИЕЙ

Нижегородский государственный технологический институт им. Р.Е. Алексеева

Развитие квантовых вычислений и увеличение количества кибератак требуют новых решений в области информационной безопасности. Одним из перспективных направлений является квантовое распределение ключей (QKD), интегрируемое в существующие оптоволоконные сети. Использование однофотонных лавинных диодов (SPAD) позволяет реализовать надежные оптические линии связи с квантовой криптографией, обеспечивая высокий уровень защиты передаваемой информации.

В работе представлена разработка экспериментальной установки позволяющей передавать информацию по оптической линии связи на основе SPAD с реализацией квантовой криптографии. Основой системы является источник оптических импульсов, работающий на частоте 100 кГц. Передача данных осуществляется через аттенюаторы грубой и точной подстройки, обеспечивающие ослабление сигнала до требуемого уровня. Структурная схема экспериментальной установки представлена на рисунке 1.

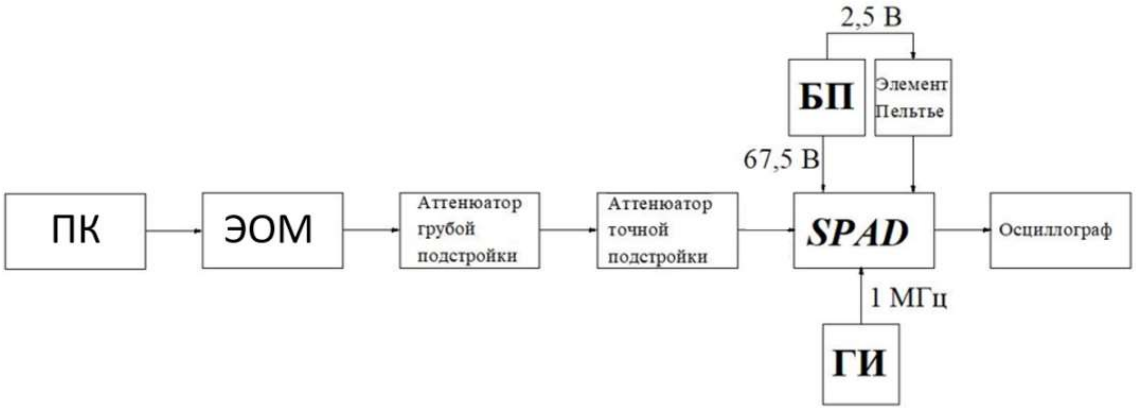


Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

В системе детектирования используются лавинные фотодиоды в режиме одиночного фотона. Детекторы регистрируют приход сигналов и передают их для последующей обработки. Информация декодируется с использованием квантового протокола когерентного одностороннего шифрования (COW), реализованного на языке C#. Данная программа имитирует работу криптографической системы верхнего уровня, обеспечивая защиту передаваемых данных. Также произведен анализ передаваемой информации с использование ПО Wireshark.

В данной работе разработана оптическая линия связи на основе лавинных фотодиодов с одиночным фотоном (SPAD) с реализацией квантовой криптографии. Проведены испытания и представлена возможная модификации установки. Также разработана программа на языке C# для реализации квантового протокола когерентного одностороннего шифрования (COW).

УДК 535

КАЛУЖИН И.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОСОБЫХ ВЕЩЕСТВ МЕТОДОМ ТЕРАГЕРЦОВОЙ СПЕКТРОСКОПИИ

Кубанский государственный университет

Терагерцовая спектроскопия широко применима в различных областях науки и техники, представляет интерес в обнаружении и идентификации особых веществ.

В качестве инструментария для проведения эксперимента использовался волоконно-оптический терагерцовый спектрометр Tera K 15 компании Menlo Systems [1]. Спектрометр позволяет исследовать образцы в двух режимах – отражения и пропускания излучения через образец. В ходе экспериментов в режиме пропускания излучения через образцы в частотном диапазоне 0,2-2,6 ТГц при комнатной температуре исследованы спектры органических веществ особого назначения двух типов, с одинаковым функционалом, но незначительным отличием по составу и структуре. Образцы помещались в прозрачные для терагерцового излучения пластиковые боксы.

С помощью методов терагерцового анализа проведены исследования изменений амплитудно-частотных характеристик, а также изменение показателей преломления и поглощения опытных образцов. Методами терагерцовой спектроскопии определены отличительные характеристики исследуемых веществ, обусловленные структурными изменениями и изменениями в составах (различие в одном-двух атомах).

Для исследуемых веществ особого назначения первого типа [2] в диапазоне 0,2-1,6 ТГц наблюдается повторяющийся основной пик поглощения на частоте 0,8 ТГц. Полоса поглощения в диапазоне 1-1,2 ТГц коррелируется с пиками поглощений в этом же диапазоне, упомянутыми ранними авторами [3]. В проведенных исследованиях обнаружены дополнительные пики в области 0,4 и 0,53 ТГц, не коррелирующие с базой данных по исследуемым веществам. Сделано предположение, что наличие дополнительных пиков является особенностью синтеза веществ в определенных условиях. Исследование веществ особого назначения второго типа в диапазоне 0,2-2,6 ТГц показали высокую степень корреляции на частотах 1,4-1,7 ТГц и 2,1-2,3 ТГц с данными химических баз. Наличие дополнительных пиков поглощения так же, как и в случае с веществом первого типа, может указывать на особенности синтеза.

В процессе проведения исследований показано, что каждое вещество особого назначения демонстрирует свой уникальный отклик на терагерцовое воздействие, что дает основание для точной идентификации веществ, определения особенностей синтеза их соединений. Сделан вывод, что когерентная терагерцовая спектроскопия во временной области позволяет получить значительно более высокое разрешение по сравнению с инфракрасными или методом спектрометрии ионной подвижности, используемого для обнаружения и идентификации особых веществ.

Библиографический список

1. MenloSystems.URL: https://www.menlosystems.com/products/thz-time-domain-solutions/terak15-terahertz-spectrometer/ (дата обращения 22.04.2025)

2. Андреев, К.К. Теория взрывчатых веществ: учебник / К.К. Андреев, А.Ф. Беляев. – М.: Оборон-гиз, 1960. – 595 с. с ил.

3. Yang, Rui& Dong, Xianyin& Chen, Gang & Lin, Feng& Huang, Zhenhua&Manzo, Maurizio & Mao, Haiyan. (2020) / Novel Terahertz Spectroscopy Technology for Crystallinityand

Crystal Structure Analysis of Cellulose. Polymers. 13. 6. 10.3390/polym13010006. URL: https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33375052/ (дата обращения 22.04.2025)

УДК 621.396.67

КАМАРДИН А.Д., ЩЕРБАКОВ В.В.

ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ФАР МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлены результаты электромагнитного моделирования одиночного элемента фазированной антенной решётки (ФАР), четырёхэлементной и восьмиэлементной ФАР миллиметрового диапазона (120 ГГц).Численное моделирование проводилось в программном пакете CSTSTUDIOSUITE.

При проектировании ФАР миллиметрового диапазона основными проблемами являются выбор материала диэлектрической подложки и согласования с питающим элементом. В процессе моделирования были сделаны следующие упрощения моделей: материалом металлизации является идеальный проводник (PEC), толщина металлизации выбрана нулевой, питающим элементом дискретный порт.

В качестве материала диэлектрической подложки был выбран RogersAD 250C из-за его небольшой диэлектрической проницаемости ($\varepsilon \approx 2{,}5$) и тангенса угла диэлектрических потерь ($tg(\delta) \approx 0{,}0013$). Данный материал в достаточной степени удовлетворяет поставленной задаче. Проблема согласования с питающим элементом была решена выбором оптимального положения питающего элемента.

Моделирование одиночного элемента ФАР проводилось с целью выбора формы излучателя (прямоугольный без вырезов, прямоугольный с двумя вырезами, кольцеобразный, эллиптичный, ромбовидный с вырезом в центре). По результатам моделирования был выбран прямоугольный излучатель с двумя вырезами. Следующим этапом являлось моделирование четырёхэлементной ФАР с выбранным типом излучателя и изменение её топологии и оптимизация. Итогом моделирования на данном этапе является топология с четвертьволновыми скосами в конструкции питающего полоска.

Заключительным этапом являлось моделирование восьмиэлементной ФАР и оптимизация модели. Итоговая конструкция представлена на рис.1.

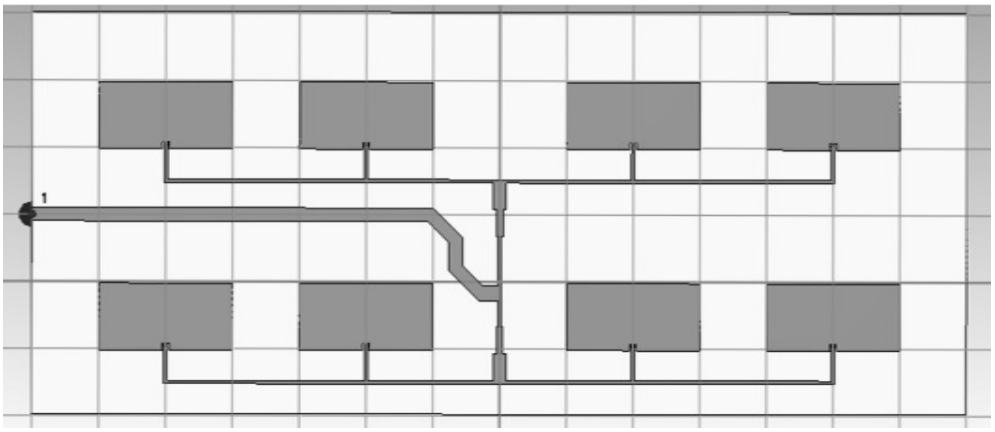


Рис.1. Конструкция восьмиэлементной ФАР

УДК 621.372.543.2

КРАШЕНИННИКОВА Е.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРОВ НА КОАКСИАЛЬНЫХ РЕЗОНАТОРАХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МАТРИЦ СВЯЗИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сверхвысокочастотные полосно-пропускающие фильтры находят широкое применение в различных радиотехнических устройствах. Особое место среди СВЧ полосно-пропускающих фильтров занимают фильтры, входящие в состав мультиплексоров, в частности, диплексеров, применяемых в системах сотовой связи. В системах мобильной связи широкое применение нашли конструкции фильтров и диплексеров на коаксиальных резонаторах. Фильтры на коаксиальных резонаторах имеют достаточно хорошо отработанную конструкцию и могут применяться для широкополосных систем.

Данная работа посвящена совершенствованию конструкции фильтров и диплексеров на коаксиальных резонатора.В работе представлен анализ принципов построения фильтров на связанных коаксиальных резонаторах и способов формирования требуемых амплитудно-частотных характеристик. Предложен метод проектирования передаточных функций и синтеза прототипов фильтрующих цепей с чебышевскими характеристиками.Ключевым элементом работы является представленная методика проектирования многорезонаторных СВЧ-фильтров с использованием матриц связи.

Для синтеза матрицы связей, являющейся ключевым элементом данной методики, были рассмотрены и проанализированы различные подходы, включая метод вращения матрицы и метод оптимизации. С целью определения оптимального порядка фильтров диплексера, обеспечивающего достижение заданных характеристик, был выбран метод локальной оптимизации. В качестве отправной точки для процесса оптимизации используется матрица связи фильтра со стандартной характеристикой, аналитически определенная на основе классической теории фильтров [1]. В процессе оптимизации при синтезе матриц связи ключевую роль играет целевая функция, представляющая собой математическое выражение для количественной оценки соответствия характеристик фильтра заданным требованиям [2]. Путем минимизации целевой функции изменением ненулевых элементов в матрице связи, достигается улучшение частотных характеристик. Этот подход позволяет эффективно найти оптимальную матрицу связи, удовлетворяющую заданным требованиям к фильтру.Процесс синтеза фильтров, включающий в себя расчет элементов матрицы связи и моделирование частотных характеристик, был успешно реализован в среде Mathcad.

В данной работе подробно представлены результаты проектирования фильтра, а также описаны методы модификации его конструкции для достижения требуемых характеристик. Полученные результаты могут существенно повысить эффективность работы фильтров, что, в свою очередь, будет способствовать улучшению качества мобильной связи и расширению возможностей современных сотовых систем.

Библиографическийсписок

1.Sabate D. Characterization and modeling of a coaxial cavity quadruplet based filter for mobile phone LTE-2 band // Master’s thesis. − 2016. – P. 3-50.

2. Wenlin Xia. Diplexers and Multiplexers Design by Using Coupling Matrix Optimisation/ W. Xia // School of Electronic, Electrical and Systems Engineering The University of Birmingham. – 2015. – P. 61-83.

УДК 532.5

КУЗНЕЦОВП.Д., РУВИНСКАЯ Е.А.

ЧИСЛЕННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ СЦЕНАРИЕВ ТРАНСФОРМАЦИИ ДЛИННЫХ БАРОКЛИННЫХ ВОЛН В ОХОТСКОМ МОРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Исследование внутренних гравитационных волн является актуальной задачей гидрофизики, поскольку такие волновые движения определяют многие факторы функционирования прибрежных экосистем: они могут распространяться на сотни километров и осуществлять перенос и перераспределение энергии, массы, питательных веществ, загрязнений, примесей и донных материалов. Накат и обрушение поверхностных волн в береговой зоне достаточно хорошо изучены, в то время как исследование трансформации длинных внутренних волн на шельфе проводится, как правило, с помощью упрощенных моделей механики жидкости и для отдельных режимов волновой динамики. Для получения универсального описания таких волновых процессов требуется как применение современных CFD моделей, так и всесторонний анализ результатов моделирования.

В данной работе изучаются режимы трансформации бароклинных волн на характерных модельных рельефах прибрежного шельфа о. Сахалин. На основании наших предыдущих работ, где была проведена серия численных экспериментов по моделированию динамики внутренних волн в детализированных условиях (точная аппроксимация батиметрии дна и плотности морской воды по данным атласов для двумерных разрезов на северо-восточном шельфе о. Сахалин), нами были выделены зоны, куда попали разрезы со сходной динамикой. Цель настоящего исследования – обобщить полученные ранее результаты, проанализировав динамические особенности полученных моделей (с усредненным рельефом дна и плотностью морской воды внутри каждой зоны). Для моделирования динамики внутренних волн используется полнонелинейная негидростатическая численная модель SUNTANS. Модель волновой динамики SUNTANS решает трехмерную систему уравнений Навье-Стокса в приближении Буссинеска методом конечных объемов. Данная модель учитывает вязкость жидкости и, возникающие из-за этого, турбулентные явления, для чего используется модель Меллора – Ямады 2.5.

На основании полученных результатов моделирования выделены субкритические, критические, суперкритические зоны для разных частотных диапазонов волн во всех исследуемых модельных случаях. Для подробной классификации наблюдаемых процессов анализируются также значения некоторых безразмерных параметров (таких как число Фруда, Ирибаррена и др.) в совокупности с оценкой доли отраженной и пропускаемой энергии.

Полученные в рамках данной работы результаты позволяют прогнозировать волновые режимы, а значит, и влияние внутренних волн на всем прибрежном шельфе, а не только в конкретной области моделирования, поскольку построенные модели отражают основные характерные особенности каждой из зон. Практическая значимость полученных результатов объясняется тем, что внутренние волны оказывают существенное влияние на хозяйственную деятельность человека, в том числе связанную с добычей полезных ископаемых на морских шельфах, а также на подводные части гидротехнических сооружений.

УДК 621.396.67

МЕРЛУШКИН А.С., КАМАРДИН А.Д., ЩЕРБАКОВ В.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ ФАР МИЛЛИМЕТРОВОГО ДИАПАЗОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Представлены результаты моделирования четырёхэлементной фазированной решётки (ФАР) миллиметрового диапазона длин волн (120 ГГц) при различных значениях геометрических параметров: толщина диэлектрической подложки, геометрические параметры соединительных полосок и вырезов излучателей. Моделирование проводилось в программном пакете CSTSTUDIOSUITE.

ФАР состоит из четырёх излучателей прямоугольной формы с вырезами, запитанными от общей полоски. Материалом подложки был выбран Rogers AD 250C с диэлектрической проницаемостью $\varepsilon \approx 2{,}5$ и тангенсом угла потерь $\mathrm{tg}(\delta) \approx 0{,}0013$, металлизация была выполнена из идеального проводника (PEC). Питание ФАР осуществлялось дискретным портом. Исследуемая модель ФАР представлена на рис.1.

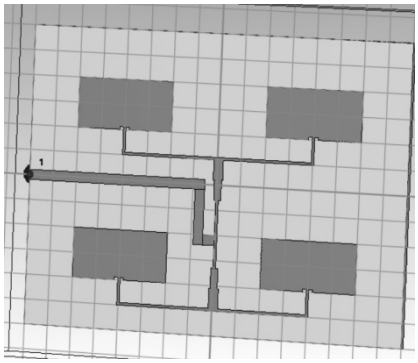


Рис.1. Модель исследуемой четырёхэлементной ФАР

Проводилось свипирование (процесс изменения параметров в определённых пределах с указанным шагом) параметров ФАР и снималась зависимость параметра S-11 на рабочей частоте от значений этих параметров. Первоначально определялись пределы, в которых проводилось свипирование, затем выбирался шаг изменения.

В результате исследования были выбраны оптимальные значения геометрических параметров ФАР и составлена итоговая модель. Её моделирование показало значительные изменения по сравнению с исходной моделью.

УДК 621.396.61

РАЧЕЕВ А.Н.

ВЛИЯНИЕ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ПОМЕХ НА ЦИФРО-АНАЛОГОВЫЕ РАДИОПЕРЕДАЮЩИЕ УСТРОЙСТВА

Нижегородский государственный техническийуниверситет им. Р.Е. Алексеева

Современные радиопередатчики обрабатывают сигналы преимущественно в цифровой области, используя интегральные микросхемы FPGA (FieldProgrammableGateArray) и ASIC (Application-SpecificIntegratedCircuit). Для генерации радиочастотных сигналов всё ча-

ще применяют высокоскоростные широкополосные цифро-аналоговые преобразователи (ЦАП). Цифро-аналоговые преобразователи сильно подвержены влиянию низкочастотных помех. Для должного функционирования таких устройств необходимо особым образом проектировать схемы питания и тактирования.

В работе исследуется влияние низкочастотных помех на цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) в радиочастотных схемах. Методология включает моделирование энергетических соотношений между полезным сигналом и помехами с использованием Python и САПР AWR. Анализируются нелинейные искажения модулированного сигнала в диапазоне B3 (1,8 ГГц) на примере цифрового модуля базовой станции. Рассмотрены механизмы возникновения помех, а также предложены методы подавления: фильтрация на сосредоточенных элементах и оптимизация топологии плат. Структурная схема экспериментальной установки представлена на рис. 1.



Рис. 1. Структурная схема экспериментальной установки

В работе представлено моделирование энергетических соотношений между полезным сигналом и низкочастотными помехами, используя язык программирования python, а также библиотеки matplotlib, numpy и scipy.

В рамках исследования проведено моделирование, направленное на получение энергетических соотношений между полезным сигналом и паразитными сигналами. Проанализировано влияние нелинейных искажений на сигнал во временной и частотной областях. Рассмотрены различные типы низкочастотных помех и предложены методы их подавления, включая фильтрацию на сосредоточенных параметрах и оптимизацию конфигурации электрических устройств. Дополнительно проведено моделирование в САПР AWR.

В данной работе представлены методы и результаты моделирования энергетических соотношений полезного сигнала и низкочастотных помех, а также способы борьбы с этими помехами. Представленный материал демонстрирует и поясняет практический процесс моделирования и экспериментально показывает способы борьбы с помехами в цифро-аналоговых цепях, что делает его ценным для разработчиков и исследователей в данной области.

УДК 551.466.8

САННИКОВ Н.А.

О ПЕРЕРАСПРЕДЕЛЕНИИ ЭНЕРГИИ В СТРАТИФИЦИРОВАННОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ ВНУТРЕННИХ БРИЗЕРОПОДОБНЫХ ВОЛН

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Внутренние гравитационные волны играют ключевую роль в динамике стратифицированных водоемов, влияя на перемешивание водных масс, распределение биологических видов и деятельность человека в морях и океанах, а также реках и

озерах(судоходство, строительство, экологический мониторинг). Одним из актуальных способов изучения генерации и распространения внутренних волн является математическое моделирование. В рамках двухмерной негидростатической полнонелинейной численной модели невязкой несжимаемой симметрично стратифицированной трехслойной жидкости в приближении Буссинеска, рассматривается задача взаимодействия двух встречных внутренних волновых пакетов – бризеров.

Проведен анализ волнового режима в зависимости от соотношения их амплитуд и фаз, а также сравнения полей кинетической и доступной потенциальной энергии. Получено, что при взаимодействии бризеров меняется их амплитуда и происходит фазовый сдвиг. В процессе взаимодействия наблюдается перераспределение полей кинетической и доступной потенциальной энергии между волновыми пакетами.Эти выводы важны для понимания динамики внутренних волн в реальных условиях, таких как океанические течения, приливные зоны и водохранилища, и могут быть использованы для улучшения прогностических моделей.

УДК 621.372.543.2.

УДАЛЬЦОВА С.А., РАЕВСКАЯ Ю.В.

МОДЕЛИРОВАНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СВЯЗАННЫХ КОАКСИАЛЬНЫХ РЕЗОНАТОРОВ С ТОРЦЕВОЙ ЕМКОСТЬЮ КАК БАЗОВОГО ЭЛЕМЕНТА ФИЛЬТРОВ ДИПЛЕКСЕРОВ ДЛЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время телекоммуникационные технологии развиваются стремительными темпами, что обусловлено ростом спроса на высокоскоростную и надежную связь. Одним из ключевых направлений развития является совершенствование устройств фильтрации радиочастотных сигналов, которые играют важную роль в обеспечении качественной передачи данных в сетях сотовой связи[1]. Особое внимание уделяется разработке компактных и высокопроизводительных фильтров и диплексеров, которые позволяют эффективно разделять частотные диапазоны и минимизировать взаимные помехи.

Связанные коаксиальные резонаторы с торцевой емкостью представляют собой прогрессивный класс устройств, широко применяемых в качестве базовых элементов фильтров и диплексеров для сотовой связи. Их уникальные свойства, такие как высокая добротность, малые габариты и возможность точной настройки на требуемые частоты, делают их незаменимыми при проектировании современных систем связи. Однако для достижения максимальной эффективности таких устройств необходимо подробное исследование их электродинамических характеристик и создание методов моделирования, позволяющих оптимизироватьпараметры и параметры резонаторов[2].

В ходе работы была создана модель коаксиального фильтра второго порядка, иными словами, структура с двумя резонаторами, имеющая два слабосвязанных входных порта, то есть не глубоко входящих в резонаторы. В работе исследуются различные конфигурации двухрезонаторной структуры, а также рассматриваются зависимости коэффициента связи от различных параметров модели. Например, приведен график зависимости коэффициента связи от ширины окна связи (рис. 1).

Из графика видно, что с увеличением ширины окна связи коэффициент связи растет. Удалось получить коэффициент связи, равный 0,13794443.

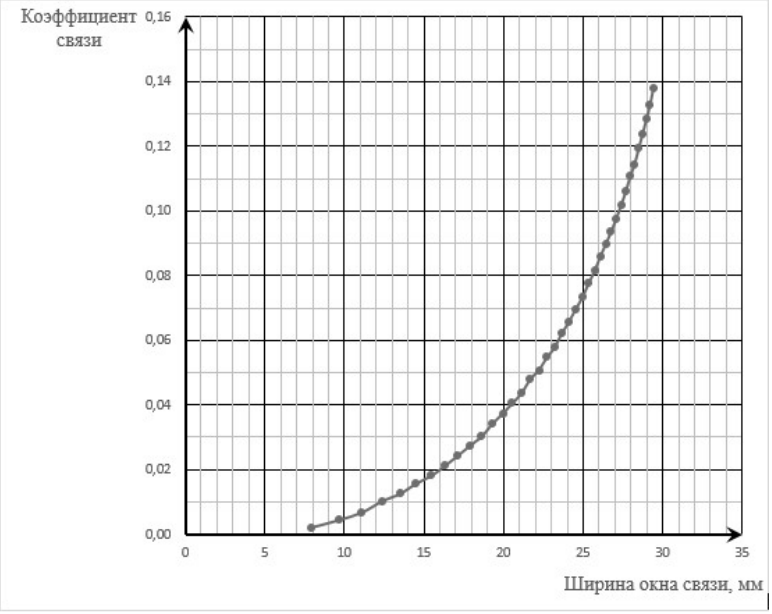


Рис. 1. График зависимости коэффициента связи от ширины окна связи

Библиографический список

1. Говорун, И. В. Исследование коэффициентов связи микрополосковых нерегулярных четвертьволновых резонаторов / И.В. Говорун, А.С. Габова. – Красноярский научный центр СО РАН. 2016. – 386 – 388с.

2. Петрова, Е.В. Разработка упрощенного алгоритма проектирования микрополосковых ППФ на шпилечных резонаторах с отверстиями в экранирующем слое на основе электродинамического анализа в программе Ansoft HFSS / Е.В. Петрова, Н.И. Фурманова, А.Ю. Фарафонов. – ЗНТУ. 2012. – 14 – 18с.

УДК 681.586.5

ХРОБОСТОВ А.Е., ЕВСТИФЕЕВ Д.О.

РАСЧЕТ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ВИБРАЦИИ ОТРАЖАТЕЛЬНОГО ТИПА

Нижегородский государственный технологический институт им. Р.Е. Алексеева

Актуальность волоконно-оптических датчиков вибрации отражательного типа обусловлена развитием **технологий и промышленности.** В современном мире растёт потребность в точных и надёжных системах мониторинга и контроля. Волоконно-оптические датчики предоставляют возможность эффективного обнаружения и анализа вибраций в различных промышленных процессах и инфраструктурных объектах.Волоконно-оптическими датчиками называются устройства, содержащие волоконный световод, либо оптический элемент, оптические свойства которого зависят от внешнего воздействия, а также отрезки волоконного световода, подводящие и отводящие оптическое излучение от места взаимодействия его с внешним полем, соединённые с источником излучения и фотоприёмником.

На рис. 1 представлена структурная схема волоконно-оптического датчика отражательного типа.

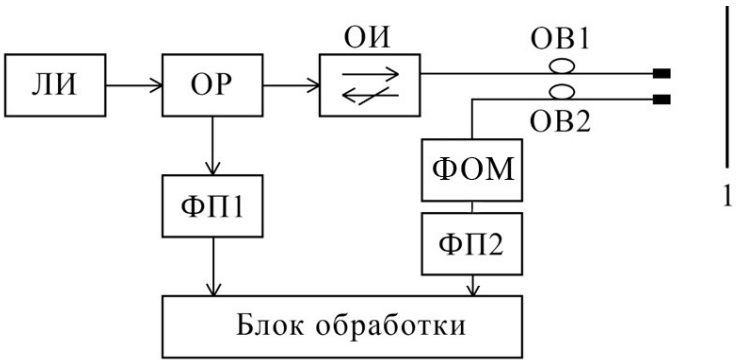


Рис. 1. Структурная схема волоконно-оптического датчика вибрации отражательного типа

Принцип действия волоконно-оптического датчика вибрации отражательного типа основан на модуляции амплитуды (мощности) отражённой световой волны. Излучение с лазера поступает на оптический разветвитель ОР. С первого выхода разветвителя оно регистрируется фотоприёмником ФП1 и поступает в блок обработки. Со второго выхода оптического разветвителя излучение через циркулятор вводится в оптическое волокно ОВ1. Через выходной торец волокна излучение попадает на металлическую мембрану, имеющую коэффициент отражения равный единице. Под действием вибрационного воздействия мембрана смещается относительно своего начального положения. При малых смещениях излучение, отражаясь от мембраны, поступает в ОВ1. При этом происходит изменение мощности световой волны. Проходя через циркулятор оптическая мощность фиксируется фотоприёмником ФП2 и поступает на блок обработки. Для расширения диапазона значений мгновенных смещений мембраны применяется оптическое волокно ОВ2. Сигнал с фотоприёмника поступает в блок обработки. В блоке обработки происходит преобразование аналогового сигнала в цифровой. Далее цифровой сигнал поступает на персональный компьютер.

В ходе работе были получены выражения для площадей освещенных зон, энергетических освещенностей, а также рассчитан коэффициента передачи оптического сигнала. На основании полученных данных были построены графики зависимостей:

- радиуса освещенной зоны мембраны от изменения расстояния между излучающим торцом и поверхностью мембраны;
- освещенности поверхности мембраны от изменения радиуса освещенной площадки;
- энергетической освещённости от изменения расстояния между торцом волокна и поверхностью мембраны;
- радиуса освещённой зоны от изменения расстояния между излучающим торцом и поверхностью мембраны;
- энергетической освещённости поверхности мембраны от изменения радиуса кольцевой области;
- энергетической освещённости от изменения расстояния между торцом волокна и поверхностью мембраны.

УДК 621.372.852.3

ЧЕЧЕТ Д.О., РАЕВСКИЙ А.С.

ПЕРЕСТРАИВАЕМЫЙ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКИЙ АТТЕНЮАТОР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Оптические аттенюаторы предназначены для внесения в световодные системы заданного регулируемого затухания. Они применяются для настройки и регулировки аппаратуры,

а также в системах автоматической регулировки усиления оптоэлектронных преобразователей и при метрологической аттестации контрольно-измерительной аппаратуры для волоконно-оптических систем передачи информации [1]. Действие аттенюаторов основывается на изменении оптических потерь в результате механического воздействия на волоконный световод или механического перемещения элементов аттенюатора, а также на изменении уровня оптического сигнала в результате электрооптического, магнитооптического, электрохромного и других оптических эффектов.

К регулируемым оптическим аттенюаторам, предназначенным для измерительных целей, предъявляются более жесткие требования и по уровню обратных отражений, и по точности установки обратных отражений, и по точности установки ослабления[2]. Это связано с тем, что данные устройства должны обеспечивать заданный уровень ослабления, оказывая минимальное влияние на измерительную цепь.

Предложена методика расчета перестраиваемого волоконно-оптического аттенюатора, принцип действия которого основан на продольном смещении волоконных световодов.Рассмотрены двухслойная (оптическое волокно в металлической трубке) и трехслойная (оптическое волокно в открытом пространстве) модели. Решается дифракционная задача о стыке трехслойного открытого волновода со свободным пространством. Приведены результаты расчета ослабления аттенюаторов в зависимости от расстояния между торцами оптических волокон. Теоретически обоснован начальный нелинейный участок зависимости затухания от расстояния между волокнами.Приведены результаты расчета ослабления аттенюаторов в зависимости от расстояния между торцами оптических волокон. Предложенная методика позволяет разрабатывать и управлятьавтоматизированными волоконно-оптическими аттенюаторами.

Библиографический список

1. Карпента, П. К. Волоконно-оптический аттенюатор и соединительный элемент: патент США № 5050956, МКИ G 02 B 6/38, НКИ 385/140 / П. К. Карпента, М. Дж. Джеймс; HunterAssociatesCub. Inc. — № заявки 585504; заявл. 20.09.1990; опубл. 24.09.1991.
2. Аверьянов, Ю. В. Оптический соединитель-аттенюатор : авторское свидетельство СССР № 1780076, МКИ G 02 B 6/36 / Ю. В. Аверьянов, В. В. Дмитриев, В. В. Коровкин, С. В. Перминов ; НИИ приборостроения. — № заявки 4775416; заявл. 09.11.1989; опубл. 07.12.1992, Бюл. № 45.

УДК 621.396.676

ШМЕЛЬКОВ М.А., БИРЮКОВ В.В.

НАПРАВЛЕННАЯ АНТЕННА ДЛЯ СИСТЕМ СВЯЗИ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Интернет – важный ресурс в современном мире, поэтому так важен свободный доступ к нему. Огромное количество людей регулярно пользуется железнодорожным транспортом, где необходимо обеспечение стабильного трафика для большого числа потребителей. При этом установка базовых станций нерациональна в районах с малым числом жителей. Таким образом, возникает необходимость в антенне, которая будет принимать сигнал от локальных точек доступа, расположенных вдоль железнодорожных путей, и ретранслировать его пассажирам.

Целью работы является разработка антенной решетки для частотного диапазона 5.6-6.4 ГГц на основе патч антенного элемента [1].

В функционировании радиосистем особое значение имеют тракты СВЧ, соединяющие антенну с передающей и приемной радиоаппаратурой. Для формирования излучения с двумя ортогональными поляризациями используется гибридная система подведения сигнала к патч-элементу [2]. В такой системе для формирования первой поляризации используются микрополосковые линии, которые подводят сигнал напрямую к элементам. Вторая поляризация образуется при возбуждении элементов через щелевые линии на противоположной стороне конструкции.

Были произведены теоретические расчеты, математическое моделирование и измерения экспериментальных прототипов. Математическое моделирование антенных систем производилось в среде CST Studio.

Библиографический список

1. Microstrip antennas: the analysis and design of microstrip antennas and arrays / D.M. Pozar, D.H. Schaubert // IEEE Press. - 1995. – Chapter 5.

2. Hybrid excitation techniques for enhanced bandwidth in patch antennas / L. Li, W. Zhang // IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters. - 2020. – Vol. 19, No. 5, P. 876-880.

УДК 621.372.543.2

ШУМИЛКИН Е.А.,КАМАРДИН А.Д.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ КОЭФФИЦИЕНТОВ СВЯЗИ ОТ ГЕОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ В ПОЛОСОВЫХ ФИЛЬТРАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

СВЧ-фильтры играют критически важную роль в современном мире и их актуальность только возрастает. Потребность в более компактных, эффективных, надежных и экономичных СВЧ-фильтрах стимулирует дальнейшие исследования и разработки в этой области. Развитие новых технологий беспроводной связи, радиолокации, навигации и других приложений требует постоянного совершенствования СВЧ-фильтров и адаптации их к новым требованиям.

В устройствах связи часто используются фильтры на коаксиальных резонаторах.Они представляют собой радиоэлектронные устройства, предназначенные для выделения или подавления определенных частотных полос в СВЧ-диапазоне, использующие в качестве основных элементов коаксиальные резонаторы.Фильтры на коаксиальных резонаторахостаются актуальными там, где требуется высокая добротность, мощность и надежность.

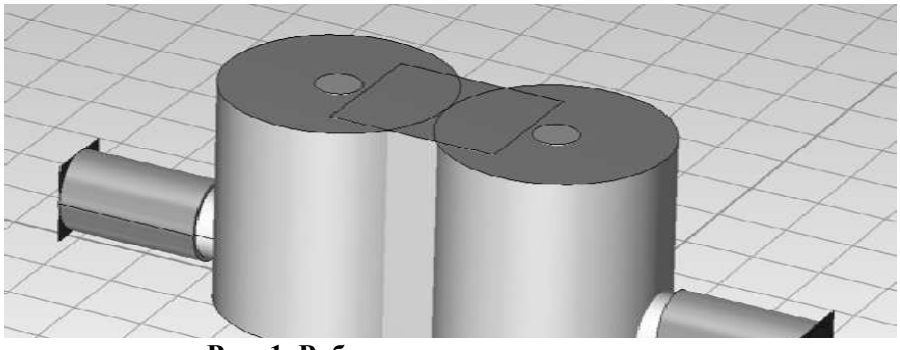


Рис. 1. Рабочая модель

Такой фильтр описывается матрицей связи.Матрица в контексте полосовых фильтров – это математический инструмент, который описывает топологию и взаимодействие резонаторов внутри фильтра. Она представляет собой компактный и эффективный способ проектирования и анализа сложных фильтров, особенно когда речь идет о фильтрах высокой степени (7 и более резонаторов).В матрице связи фильтров присутствуют элементы, которые характеризуют связи между резонаторами, настройки самих резонаторов, и связи между резонаторами и внешними портами (входом и выходом фильтра).

Настраивать фильтр трудоемкий процесс и для этого необходимо знать как тот или иной коэффициент связи зависит от геометрических параметров, таких как: ширина окна связи,винта расположенного на окне связи, расстояния между резонаторами и другие. Для исследования зависимости коэффициента связи от изменения геометрических параметров между двумя резонаторами (связь двух резонаторов друг с другом) и одного резонатора (само связь) была использована модель, представленная на рис. 1.Были исследованы зависимости коэффициентов связи от многих геометрических параметров. Численное моделирование проводилось в программном пакете CSTSTUDIOSUITE.

СЕКЦИЯ 8

МЕДИЦИНСКАЯ ИНЖЕНЕРИЯ И БИОТЕХНОЛОГИЯ

Подсекция 8.1

Медицинская инженерия

УДК 621.389

БРОДЯНОЙ Е.О., УСТЮЖАНИН Д.Н., ФАДЕЕВ Р.С.

ИССЛЕДОВАНИЕ АЛГОРИТМОВ БЫСТРОГО ИЗМЕРЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА В ГАЗОВОЙ СМЕСИ НЕДИСПЕРГИРУЮЩИМ ИНФРАКРАСНЫМ АНАЛИЗАТОРОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире измерение концентрации углекислого газа (CO_2) стало важным в широком спектре областей применения: мониторинг загрязнения окружающей среды, промышленная безопасность и т.д. Но наибольшую значимость измерение концентрации углекислого газа приобрело в медицинской диагностике, а именно в капнометрии [1]. Данная область применения требует быстрого и точного измерения.

Быстрое и точное измерение концентрации углекислого газа стало доступно благодаря технологии недисперсионной инфракрасной спектроскопии (NDIR) и основанных на ней газовым анализаторам [2]. Схема такого анализатора представлена на рис. 1.

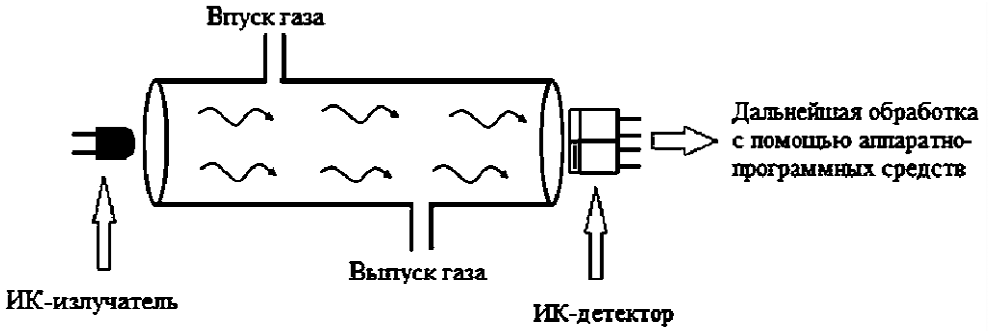


Рис. 1. Обобщенная схема NDIR-газоанализатора

Показания с анализатора передаются на специальный монитор для анализа и контроля показаний. Зачастую такие мониторы осуществляют контроль жизнеобеспечения пациента, что требует от датчиков стабильной и точной работы. Для обеспечения такой работы необходимо определить конструкцию датчика и алгоритмы измерения, которые будут отвечать данным требованиям.

Существуют различные конструктивные особенности построения анализаторов, которые в той или иной степени влияют на точность и скорость измерений. Необходимо рассмотреть возможные варианты построения анализаторов с учетом их преимуществ и недостатков.

В исследовательской работе необходимо рассмотреть различные алгоритмы по компенсации влияния температуры и давления, алгоритмы, позволяющие проводить измерения без учета неидеальных характеристик отдельных компонентов анализатора.

Полученные исследовательские данные помогут в правильном выборе как конструкции анализатора, так и эффективного алгоритма измерения, что позволит создать готовое изделие, отвечающее высоким требованиям к качеству измерения.

Библиографический список

1. **Бабич, М.В.** Встраиваемые информационно-измерительные системы для медицинских приборов: учебно-методическое пособие / **М. В. Бабич, А. В. Чистяков, В. А. Сирица**; М-во науки и высшего образования РФ. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2022. — 80 с.

2. **M.B. Malarvili, Mushikiwabeza A., Om Prakash S., Santheraleka R**. Systems and Signal Processing of Capnography.

УДК 616.379-008.64

ГРЕЧИШКИН Н.И., РЫГАН В.Р., МАКАРОВ А.Т., НОВОЖИЛОВА О.О.

АНАЛИЗ ВАРИАНТОВ КОНСТРУКТИВНЫХ РЕШЕНИЙ СОВРЕМЕННЫХ ИНСУЛИНОВЫХ ПОМП

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Инсулиновые помпы – это электронно-механическое устройства для непрерывного подкожного введения инсулина, которое обеспечивает более точный контроль уровня гликемии по сравнению с многократными инъекциями и имитирует работу здоровой поджелудочной железы. Данные устройства применяются для контроля гликемии у пациентов с сахарным диабетом 1 типа. В последние годы отмечается рост распространенности заболевания, особенно в детской популяции, что требует особых подходов к конструированию помп.

Как правило инсулиновая помпа представляет собой микронасос, блок управления и систему инфузии для подачи инсулина.

На сегодняшний день наиболее популярными моделями являются инсулиновые помпы проводного типа, которые состоят из отдельного корпуса с резервуаром и выносной системы (канюля с трубкой). Основными преимуществами являются высокая точность дозирования и возможность быстрой замены резервуара. Недостатки: наличие трубки, ограничивающей подвижность. Также имеются беспроводные или патч-помпы, представленные в моноблочном формфакторе (резервуар, насос и канюля в едином корпусе). Основные преимущества: отсутствие трубок, компактность, водонепроницаемость. Недостатки: ограниченный объем резервуара для инсулина (до 2-3 дней), меньшая точность у некоторых моделей.

Конструктивно инсулиновая помпа обычно включает три основных компонента:

1) микронасос: поршневой привод (высокая точность дозирования с шагом 0,025–0,05 ЕД) или пьезоэлектрический насос(компактность, бесшумность);

2) резервуар для инсулина: сменные картриджи или встроенные одноразовые резервуары, объемом от 1,8 мл до 3 мл;

3) система инфузии: мягкие канюли (тефлоновые, меньше травматичность) или стальные (надежнее для плотной кожи, не подвержены загибам). Управление: встроенный интерфейс или приложение на смартфон.

Некоторые системы управления современных помп имеют возможность интеграции с системами непрерывного мониторинга глюкозы (НМГ), что позволяет создавать замкнутые или гибридные системы управления, имитируя работу поджелудочной железы здорового человека.

В результате проведенного анализа конструктивных решений инсулиновых помп можно сделать вывод, что они эволюционируют по следующим направлениям:

- миниатюризация и беспроводные технологии,
- интеграция с НМГ для автоматического контроля,
- персонализация под нужды разных групп пациентов (дети, спортсмены и др.).

Наиболее перспективными представляются гибридные патч-помпы с элементами искусственного интеллекта, сочетающие точность проводных систем с удобством беспроводных устройств.

УДК 007.52

КАНГИН А.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ НИЖНЕЙ ЧАСТИ ТЕЛА ПО ТИПАМ РАБОТЫ

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

На промышленных предприятиях существует большое количество профессий, рабочим которых приходится много времени проводить на ногах; это операторы станков с ЧПУ, слесари сборщики, станочники и т.д.

Постоянная работа стоя является источником напряжения, которое приводит к снижению производительности труда, а также к скелетно-мышечным расстройствам, которые в настоящее время являются одной из основных причин болезней, вызывающих временную потерю трудоспособности. Рабочие старше 45 лет – основная группа риска.

Возможности промышленных экзоскелетов нижней части тела позволяют физически разгрузить оператора (рис. 1), обеспечивая ему физическую поддержку:

– при работе в работа в статических позах;
– при работе с частой сменой видов нагрузок (сел/встал);
– при длительном удержании тяжестей/рабочего инструмента на месте.

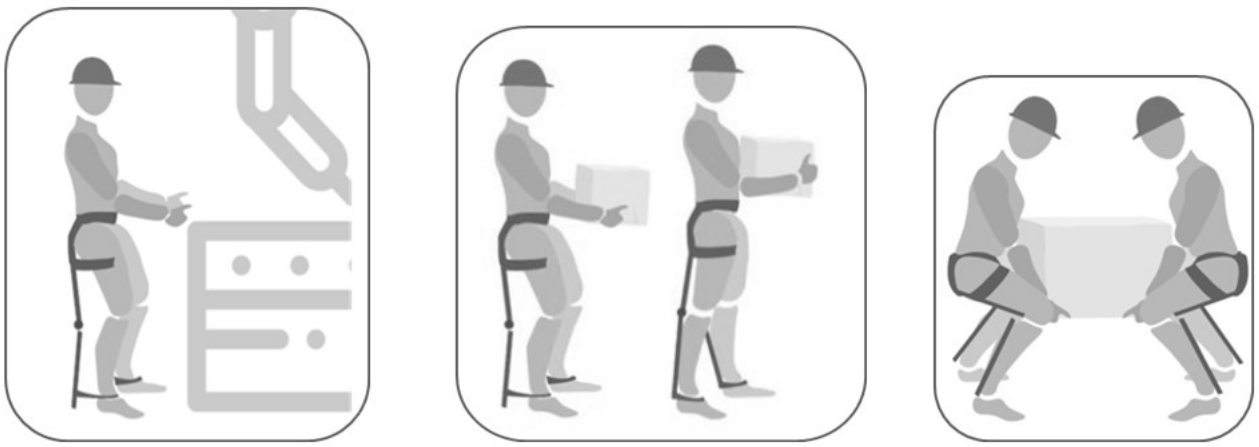


Рис. 1. Применение промышленных экзоскелетов нижней части тела по типам работы

Отрасли,где возможно применение промышленных экзоскелетов нижней части тела это:

– металлообработка;
– конвейерное производство;
– точное приборостроение.

Применение промышленных экзоскелетов нижней части тела позволяет:

– увеличить производительность;

– уменьшить экономические потери, связанные с профессиональными заболеваниями работников и невыходом на работу;

– повысить безопасность труда и улучшить эргономику рабочих процессов.

По данным аналитиков, объемы рынка промышленных экзоскелетов вырастут до $1,76 млрд к 2028 году (в настоящее время они составляют $67,29 млн). Иными словами, к 2028 году будет продано порядка 126 тысяч систем – сегодня этот показатель колеблется на уровне 3,9 тысяч систем.

УДК 007.52

КАНГИН А.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЛАСТЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ЭКЗОСКЕЛЕТОВ ВЕРХНЕЙ ЧАСТИ ТЕЛА ПО ТИПАМ РАБОТЫ

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Промышленные экзоскелеты являются перспективной отраслью разработки из-за большого числа рабочих, имеющих дело с постоянными поднятиями и переносами тяжелых предметов.

Экзоскелеты верхней части тела отличаются простой конструкцией, ограничивают движения, приводящие к травмам на производстве, направлены на разгрузку различных отделов позвоночника, равномерно распределяют вес тяжелых предметов, поднимаемых и удерживаемых рабочим.

Применение промышленных экзоскелетов верхней части тела обеспечивает физическую поддержку рабочему (рис. 1):

– при работе инструментом над головой;

– при подъеме тяжестей, работе с тяжелым инструментом;

– при переносе тяжестей.

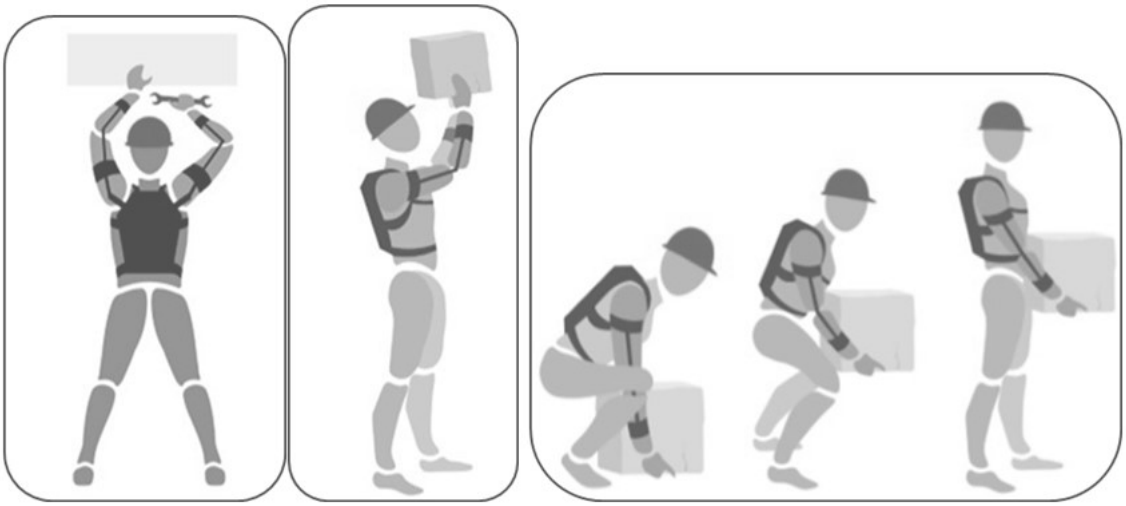


Рис. 1. Применение промышленных экзоскелетов верхней части тела по типам работы

Отрасли, где находят применение экзоскелеты верхней части тела:

– монтажные работы;

– ремонтные работы;

– сборочное производство.

Использование экзоскелетов верхней части тела позволяет:

– увеличить продуктивность сотрудников, снижение которой вызвано рисками трудовой деятельности;

– снизить затраты промышленных предприятий, вызванных временной, частичной или полной потерей трудоспособности сотрудника, связанных с профессиональными заболеваниями.

УДК 007.52

КАНГИН А.М.

ИССЛЕДОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ ПРОМЫШЛЕННОГО ЭКЗОСКЕЛЕТА

Арзамасский политехнический институт НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Экзоскелет можно определить как мобильную, носимую, роботизированную, электрифицированную или механизированную систему, разработанную для дополнения физических возможностей пользователя.

Конструкция пассивного, промышленного экзоскелета нижней части тела состоит из следующих основных узлов, представленных на рис. 1.



Рис. 1. Конструкция промышленного экзоскелета нижней части тела

Кронштейны обеспечивают присоединение страховочной системы и настройку размеров экзоскелета под индивидуального пользователя

Система рычагов обеспечивает разгрузку веса человека с мышц ног при работе стоя.

Шарниры обеспечивают соединение рычагов и движение человека в коленном суставе.

Газовые пружины облегчают подъем человека с позиции сидя в позицию стоя.

Рычаги обеспечивают настройку размеров экзоскелета под индивидуального пользователя.

Присоединительные скобы обеспечивают удержание ног человека при помощи регулируемых ремней.

Страховочная система обеспечивает удержание человека в экзоскелете.

Экзоскелет может найти медицинское применение для оказания помощи в реабилитации людей, перенесших инсульт, и с другими нарушениями опорно-двигательного аппарата.

УДК 004.7

КУЛАКОВА Е.И., НОВОЖИЛОВА О.О., МЕЛУЗОВ А.Г.

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ VR И AR-ТЕХНОЛОГИЙ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Международный опыт показывает, что использование технологий виртуальной и дополненной реальностей (VR и AR) в сфере здравоохранения становятся всё более востребованными. В отличие от традиционных методов, VR оказывает сильное мотивирующее влияние и способствует постоянному развитию профессиональных навыков медицинских работников. Применение таких технологий улучшает качество медицинских услуг, поддерживает персонализированный подход. Далее рассмотрим подробнее в каких сферах медицины применяются VR и AR.

- Медицинское образование: VR и AR-технологии позволяют педагогам усилить персонализацию в обучении, использовать интерактивные методы, тренировать групповую работу студентов и уменьшить разрыв между теорией и практикой. Также с помощью дистанционных технологий VR и AR облегчают возможности онлайн-образования и удешевляют его.

- Психиатрия и неврология: Для терапии использовалась мультимодальная виртуальная реальность, которая воссоздавала визуальный образ, что помогает избавится от спектр эмоциональной симптоматики, уменьшить стресс и беспокойство при посттравматическом стрессовое расстройстве, шизофренические галлюцинации у пациентов, помогают в изменении паттернов поведения и уменьшении фобий, например, уменьшении акрофобии, борются с снижением памяти при черепно-мозговых травмах и медицинской реабилитации после перенесенного инсульта.

- Офтальмология: Дихоптическая тренировка с использованием шлема виртуальной реальности является эффективным методом лечения анизометропической амблиопии у взрослых.

- Хронической боли: технологии виртуальной и дополненной реальности отвлекают от болевой симптоматики и могут снижать болевые синдромы, например, при фибромиалгии (хронической диффузной мышечно-скелетной боли).

- Расстройствами аутистического спектра: помогает лучше распознавать эмоции и улучшать социальное взаимодействие, при этом важным аспектом является безопасность их применения.

Использование VR и AR-технологий в здравоохранении показывает положительные результаты в терапии перечисленных болезней. Следует отметить, что успешное внедрение VR/AR-технологий в медицину возможно только при тесном сотрудничестве различных отраслей. Несмотря на существующие сложности, исследования подтверждают большой потенциал этих технологий в психиатрии, что оправдывает дальнейшие усилия в данном направлении.

Библиографический список

1. Profiles in innovation: Virtual & Augmented Reality – Understanding the race for the next computing platform // The Goldman Sachs Group, Inc. January 13, 2016. – 30 p. [Электронныйресурс].
2. Тарасенко Е.А., Эйгель М.Я. Виртуальная медицина: основные тенденции применения технологий дополненной и виртуальной реальности в здравоохранении.

УДК 340.6

ЛЮДКЕВИЧ М.П., ВАЛЯЕВ А.В., ГУСЕВ Д.С.,

О РАЗРАБОТКЕ СИМУЛЯТОРА-ТРЕНАЖЕРА В ОБЛАСТИ КРИМИНАЛИСТИКИ НА ВОДНОМ ТРАНСПОРТЕ

Волжский государственный университет водного транспорта

Работа направлена на исследование и анализ симулятора-тренажера для проверки знаний и практических навыков студентов юридических специальностей в области судебной медицины, применяемой в сфере водного транспорта. Используя игровые технологии платформы «Unity» и графические возможности программного комплекса «Blender», симулятор предоставляет возможность студентам не только проверить, но и совершенствовать свои навыки в осмотре места происшествия, что является важной частью судебно-медицинской практики.

В области судебной медицины правильность выполнения процедур осмотра места происшествия критически важна для правильного установления причин происшествия и сбора доказательств. Симулятор, который воссоздает виртуальные сценарии осмотра мест происшествий на водном транспорте, позволяет студентам на практике закрепить теоретические знания и развить необходимые навыки в условиях, приближенных к реальной ситуации. Он помогает подготовить специалистов, которые смогут не только грамотно расследовать происшествия на водном транспорте, но и осуществлять качественные судебно-медицинские исследования.

Каждый уровень симулятора включает в себя тестовые задания, направленные на проверку того, насколько эффективно и точно студенты могут выполнить необходимые действия при осмотре места происшествия. Это особенно важно в судебной медицине, где каждый шаг может быть решающим для установления истины.

Программная архитектура симулятора включает два основных модуля: модуль интерактивного взаимодействия, который позволяет студенту взаимодействовать с элементами сцены, и модуль анализа выполнения действий, который оценивает степень правильности и полноты выполненных процедур.

Сценарии симулятора ориентированы на практическую сторону судебной медицины, включая такие аспекты, как исследование следов, сбор доказательств и идентификация причинных факторов происшествий (рис. 1).

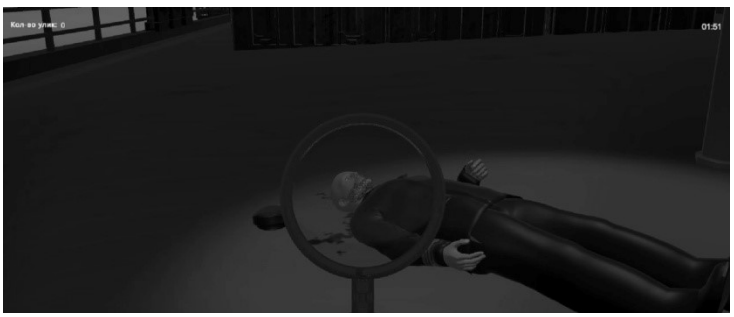


Рис. 1. Основные действия сцены

Таким образом, разработка и использование симулятора в области судебной медицины является важным шагом в подготовке высококвалифицированных специалистов, которые смогут эффективно расследовать происшествия на водном транспорте.

УДК 617-089

РЫГАН В.Р., ГРЕЧИШКИН Н.И., МАКАРОВ А.Т., НОВОЖИЛОВА О.О.

АНАЛИЗ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ И РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ОБЪЁМА ВНУТРИЧЕРЕПНЫХ ГЕМАТОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современной нейрохирургии и неврологии точная оценка объема внутричерепных гематом остается критически важной задачей. От корректности расчетов зависят клинические решения – от выбора консервативной тактики до планирования оперативного вмешательства. Несмотря на развитие автоматизированных методов, ручные измерения по-прежнему широко применяются в клинической практике, особенно в условиях ограниченных ресурсов. Однако традиционные формулы, такие как ABC/2, демонстрируют значительную погрешность при работе со сложными формами гематом – серповидными, многокамерными или асимметричными.

Актуальность данного исследования обусловлена необходимостью разработки универсального подхода, сочетающего точность математического моделирования с практической простотой применения. В отличие от существующих методов, одно из предлагаемых решений основано на комбинации геометрической интерполяции и радиальных базисных функций (RBF), что позволяет адаптироваться к разнообразным морфологическим типам гематом без использования специализированного ПО.

Цель работы – создание и валидация гибридного алгоритма расчета объема, объединяющего преимущества ручных измерений с точностью полуавтоматических методов. Для ее достижения решаются следующие задачи:

1) анализ погрешностей классических формул (ABC/2, ABC/3) на примере клинических случаев;
2) вывод математической модели для различных форм гематом (в частности эпидуральных) с учётом локальных изменений форм;
3) разработка методики RBF-аппроксимации с ручным вводом ключевых точек;
4) оптимизация параметров интерполяции для различных типов гематом;
5) сравнение точности предлагаемых методов с эталонными интегральными расчетами.

В основе исследования лежит концепция «геометрической сборки» гематомы. Таким образом, исследование позволяет преодолеть пропасть между теоретической точностью компьютерного моделирования и практическими ограничениями клинической среды. Предлагаемые методы могут стать универсальными инструментами для быстрой и точной оценки объема гематом в любых медицинских учреждениях.

Библиографический список

1. Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д., Охлопков В.А.Хронические субдуральные гематомы головного мозга: проблемы и решения. Часть 1. Клинические варианты и диагностика // Клинический разбор в общей медицине. 2021. №2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/hronicheskie-subduralnye-gematomy-golovnogo-mozga-problemy-i-resheniya-chast-1-klinicheskie-varianty-i-diagnostika

2. Лихтерман Л.Б., Кравчук А.Д., Охлопков В.А.Учение о последствиях черепно-мозговой травмы.Часть II. Клинико-морфологические формы последствий черепно-мозговой травмы // Клинический разбор в общей медицине. 2021. №6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/uchenie-o-posledstviyah-cherepno-mozgovoy-travmy-chast-ii-kliniko-morfologicheskie-formy-posledstviy-cherepno-mozgovoy-travmy

Подсекция 8.2

Промышленная биотехнология и биоинженерия

УДК 579.66

АБРАМУШИНА И.К., КОМОВА Е.П.

ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГИАЛУРОНОВОЙ КИСЛОТЫ С ПОМОЩЬЮ РЕКОМБИНАНТНОГО ШТАММА BACILLUSSUBTILIS

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Раскрытие функций и механизмов биологического действия ряда биополимеров способствует созданию новых продуктов и препаратов на их основе. Одним из таких биополимеров животного происхождения является гиалуроновая кислота.

Прогресс в понимании биологических функций гиалуроновой кислоты способствует расширению сфер применения данного гликозаминогликана в составе различных медицинских, косметических, ветеринарных препаратов и дальнейшему увеличению спроса на биополимер.

В настоящее время традиционный физико-химический способ получения гиалуроновой кислоты, основанный на экстракции биополимера из различных органов млекопитающих и птиц, уступает биотехнологическому. Это связано с доступностью сырья для получения полисахарида микробиологическим синтезом, независимостью производства от поставок животного сырья и легкостью его масштабирования.

Природными продуцентами гиалуроновой кислоты являются штаммы грамположительных бактерий *Streptococcuspyogenes*, *S. uberis*, *S. equi*subspecies*zooepidemicus*, *S. equi*subspecies*equi*, *S. iniae*, *S. equisimilis*, *Bacilluscereus* (штамм G9241) и грамотрицательных бактерий *Pasteurellamultocida.* Наиболее детально путь биосинтеза гиалуроновой кислоты исследован у бактерий рода *Streptococcus.* Однако все природные продуценты гиалуроновой кислоты являются патогенными и условно-патогенными микроорганизмами, что может сказаться на качестве получаемого продукта.

После идентификации генов, вовлеченных в биосинтез гиалуроната, оказалось возможным проводить генетическую модификацию большой группы бактерий (*Bacillus*, *Agrobacterium*, *E. coli* и *Lactococcus*) с целью их использования в качестве продуцентов биополимера. Самым перспективным микроорганизмом для достижения данной цели оказалась бактерия *Bacillussubtilis*: при исследовании ее генома выяснилось, что ДНК бактерии содержит гомологи всех генов биосинтеза предшественников гиалуроновой кислоты у бактерий рода *Streptococcus.*

Единственным отличием генома *Bacillussubtilis* является отсутствие в его составе гена, кодирующего фермент гиалуронансинтазу, который необходим для синтеза гиалуроновой кислоты из продуктов-предшественников [1].

В связи с этим целью настоящей работы является рассмотрение технологии получения рекомбинатного штамма *Bacillussubtilis* за счет модификации генома бактерии и технологической линии производства гиалуроновой кислоты с помощью созданной бактериальной конструкции.

Рыков, С. В. Создание рекомбинантных штаммов-продуцентов гиалуроновой кислоты на основе *Bacillussubtilis* / С. В. Рыков, С. Ю. Батталова, А. С. Миронов // Генетика. – 2022. – Т. 58, № 5. – С. 509-529.

УДК 579.66

БАЛУЕВА Т.М., КАЛИНИНА А.А.

АНАЛИЗ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТИ БАКТЕРИЙ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ РАСТВОРЕ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ МЕТИЛТИАЗОЛИЛТЕТРАЗОЛИЯ БРОМИДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Метилтиазолилтетразолия бромид (МТТ) широко используются в качестве неселективного индикатора жизнеспособности клеток, в том числе бактерий, в экологических, медицинских и других исследованиях. Кинетические характеристики, полученные в ряде работ [1], позволили выявить особенности и закономерности восстановления солей тетразолия суспензированными в физиологическом растворе бактериями из предположения, что количество жизнеспособных клеток остается постоянным на протяжении проведения кинетического исследования (от 20 до 180 минут).

Целью работы явилось экспериментальное обоснование сделанного предположения, подтверждающего (или отрицающего) достоверность количественных данных и сделанных на их основе выводов в работах [1].

В качестве объекта изучения выбрана соль МТТ под воздействием грамположительных бактерий *St. epidermidis*и *St. warneri*, поскольку в этой системе отмечена низкая конверсия реагента (около 13-20%) через 120-180 минут экспозиции в условиях эксперимента. Для определения жизнеспособности микроорганизмов использовался метод посева с разведением для получения колониеобразующих единиц на чашках Петри. Посев осуществлялся на основных контрольных точках: через 30, 90 и 180 минут при максимальной исследуемой концентрации соли $10{,}3 \cdot 10^{-5}$М разведение суспензии бактерий 1:100000, в 0,1 мл концентрация клеток в растворе имеет порядок 10^6. Выдвинута нулевая гипотеза (H_0) – на протяжении эксперимента количество клеток в растворе не меняется ($\mu_1 = \mu_2$), заявленный уровень статистической значимости α – 0,05.

По полученным данным оценивалась нормальность распределения значений, рассчитывались уровень значимости и коэффициент Стьюдента.

Таблица 1

Значения уровня значимости во время эксперимента

Время, мин	p-значение, %	
	St. epidermidis	*St. warneri*
30	27,4	25,3
90	11,3	13,8
180	7,1	6,5

Значения p намного больше, чем значение α. Это говорит о существовании малого количества доказательств того, что нулевая гипотеза неверна. В данном случае нулевая гипотеза принимается, т.е. в течение кинетического эксперимента количество жизнеспособных клеток сохраняется и полученные количественные данные по восстановлению МТТ достоверны.

Калинина, А.А. Влияние видовых различий бактерий рода *Bacillus* и рода *Pseudomonas*, суспензированных в физиологическом растворе на скорость восстановления йоднитротетразолия хлорида / А.А. Калинина, Н.В. Гурский, Т.Н. Соколова, О.В. Кузина, В.Ф. Смирнов // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 1.С.133-137.

УДК 612.1, 616.1

ИВАНОВА А. А., ПЛЕСКОВА С.Н.

МОРФОМЕХАНИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЭРИТРОЦИТОВ ПРИ ГИПЕРГЛИКЕМИИ И ГИПЕРХОЛЕСТЕРИНЕМИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Проблема гипергликемии является актуальной в связи с высокой частотой развития и негативными последствиями. Частота стрессовой гипергликемии варьирует от 40 до 90 %. Еще большее внимание привлекают сердечно-сосудистые заболевания, поскольку они занимают первое место в структуре смертности. В основе этиологии многофакторных сердечно-сосудистых заболеваний могут лежать: образ жизни, повышенное артериальное давление, сахарный диабет 2 типа или дислипидемии. Дислипидемия – патологический синдром, связанный с нарушением обмена липидов и липопротеинов, т.е. изменением соотношения их концентрации в крови. Он является одним из главных факторов риска атеросклероз-зависимых заболеваний [1].

Целью работы является анализ морфологии эритроцитов крови при заболеваниях, сопутствующих сердечно-сосудистым патологиям и сахарному диабету методом высокоразрешающей сканирующей ион-проводящей микроскопии.

Образец крови разводили в 100 раз с помощью раствора фосфатно-солевого буфера (ФСБ). Отбирали 60 мкл крови и вносили в центр чашки Петри. Клетки оседали в течение 5 минут. Фиксацию клеток проводили с помощью 4 % глутарового альдегида: в каплю крови вносили 60 мкл глутарового альдегида, чашку Петри выдерживали в течение часа при комнатной температуре (25 °С). Затем смывали не фиксированные клетки. Фиксированные клетки анализировали с помощью светового оптического микроскопа Axio Vert.A1. Морфологические характеристики эритроцитов определяли на сканирующем ион-проводящем микроскопе (ICAPPIC Ltd., Великобритания; ООО НАНОПРОФАЙЛИНГ, Россия). Обработку результатов проводили с использованием программного обеспечения ICAPPIC (ICAPPIC Ltd., Великобритания). Модуль Юнга, характеризующий ригидность эритроцитов определяли, основываясь на модели Герца, значения выражали в Па [2]. Для статистической обработки данных использовали программу Origin 8.0 (OriginLabCorparation, США).

Исследование морфологических, морфометрических и механических параметров методом высокоразрешающей сканирующей ион-проводящей микроскопии позволило выявить, что при гиперхолестеринемии наблюдается появление максимального количества трансформированных форм эритроцитов из-за мембранной асимметрии и изменения соотношения площадь/ объем, а в случае гипергликемии выявляется максимальное изменение ригидности мембран клеток. Также удалось установить, что ригидность эритроцитов, по всей вероятности связанная с распределением в клетке гемоглобина, в большей степени зависит не от исследуемой патологии, а от формы трансформированного эритроцита. Анализ морфометрических показателей эритроцитов показал, что самым чувствительным параметром, отражающим наличие патологического процесса, является объем клеток, поскольку наблюдается его статистически значимое снижение.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ проекта 23-74-00004).

Библиографический список

1. Pyörälä, K. Prevention of coronary heart disease in clinical practice: recommendations of the Task Force of the European Society of Cardiology European Atherosclerosis Society European Society of Hypertension.Atherosclerosis / K. Pyörälä, G. De Backer, I. Graham, P. Poole-Wilson, D. Wood // European heart journal. – 1994. – № 110. – P. 121 – 161.

2. Pleskova, S.N. Treatment By Serum Up-Conversion Nanoparticles In The Fluoride Matrix Changes The Mechanism Of Cell Death And The Elasticity Of The Membrane / S.N. Pleskova, E.N. Gorshkova, V.V. Novikov, M. Solioz // Micron. – 2016. – Т. 90. – С. 23 – 32

УДК 54

КУВШИНОВА А.О., КАЛИНИНА А.А.

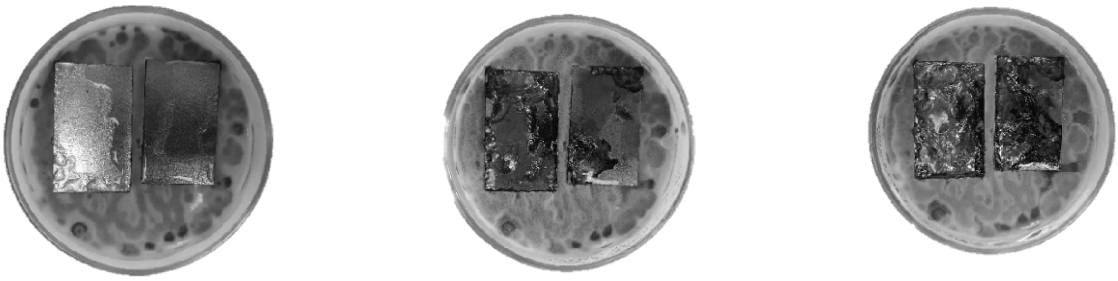
МИКРОМИЦЕТНАЯ КОРРОЗИЯ СТАЛИ НА ГРАНИЦЕ МЕТАЛЛ – НАСЫЩЕННЫЙ ВОЗДУХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Микробиологически индуцированная коррозия металлов рассматривает в качестве главного стимулирующего фактора повреждения продукты метаболизма микроорганизмов, воздействующих на поверхность металла. Это могут быть минеральные и органические кислоты, основания, ферменты, активные формы кислорода (АФК) и др. Многообразие коррозионно-активных метаболитов микромицетов усложняет систематизацию биокоррозии и поиск ее ингибиторов. Более того, исследования системы металл-микромицет без опосредования жидкой средой (морской или почвенной воды) носят единичный характер. Известны результаты исследования микромицетной коррозии алюминия и его сплавов при экспозиции металла на плотной питательной среде, иннокулированной микромицетами [1]. Было сделано предположение о стимулирующей роли супероксидного аниона в коррозии, однако прямых доказательств участия O_2^-в коррозионном процессе в работах не было представлено.

Целью настоящей работы явилось изучение микромицетной коррозии стали Ст10 и С245 и выявление роли активных форм кислорода в стимулировании биокоррозиичерез образование и секретирование устойчивой формы АФК – пероксида водорода. В качестве биологических объектов использовали микромицеты родов *Penicillium*, *Paecilomyces*.

Количественное определение пероксида водорода возможно благодаря локальному образованию жидкого экссудата на поверхности металла.



а *б* *в*

Рис.1. Динамика изменения состояния поверхности стали под воздействием микромицетов

Penicillium brevicompactum в течение экспозиции: *а* – 5 суток, *б* – 10 суток, *в* – 20 суток.

С увеличением времени экспозиции количество экссудата на поверхности металла возрастало (рис. 1). Значение pH экссудата составляло в ряду изученных микромицетов от 10 до 12. Накопление пероксида водорода в течение 30 суток наблюдений не отличалось стабильностью и имело синусоидальный характер.

Потери массы увеличивались пропорционально времени экспозиции. Так, для *Paecilomycesvariotti* потери массы для С245 составили 1,4% и 1,6% на 35 и 50 сутки соответ-

ственно. Микроскопическое исследование поверхности металлов выявило питтинговый характер коррозии и проникновение гифов микромицетов в объемную фазу металла.

Белов, Д.В. О роли активных форм кислорода в инициировании коррозии металлов микроскопическими грибами / Д.В. Белов, М.В. Челнокова, Т.Н. Соколова, В.Р. Карташов, В.Ф. Смирнов // Коррозия: материалы, защита. - 2009. - № 11.- С. 43-48.

УДК 663.549

РЕШЕТНЯК А.Н., КУЗИНА О.В.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА БИОЭТАНОЛА ИЗ ВИНОГРАДНОЙ ВЫЖИМКИ С ПОМОЩЬЮ БАЗИДИАЛЬНОГО ГРИБА TRAMETES HIRSUTA

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный мир прогрессирует с огромной скоростью, вместе с этим нарастают проблемы нехватки энергии и экологии окружающей среды. Традиционные источники энергии не только наносят вред окружающей среде, но и являются довольно дорогостоящими[1]. Необходимость решения данных проблем привела к развитию альтернативной возобновляемой энергетики, в особенности биоэнергетики.

Биоэнергетика – самостоятельная отрасль современной возобновляемой биоэнергетики. Продукт биоэнергетики – биотопливо. Самым быстрорастущим сегментом индустрии биотоплива (85% мирового производства) является биоэтанол.

Биоэтанол – это обычный этиловый спирт, отличающийся от традиционного способом получения. Биоэтанол получают в результате ферментации углеводов, содержащихся в растительном сырье

Одним из наиболее выгодных способов получения биоэтанола является переработка быстровозобновляемого целлюлозосодержащего сырья, а именно виноградной выжимки, с использованием базидиального гриба Trametes Hirsuta [2,3].

Виноградная выжимка – это побочный продукт в производстве вина. То есть, все, что остается в прессе после отжатия сока из свежего винограда или вина из перебродившей мезги - гребни, кожица, семена и остатки сусла или вина [2].

Trametes Hirsuta – вид грибов-базидиомицетов, обладающие способностью продуцировать этиловый спирт [3].

Целью данной работы является всестороннее изучение процессов производства биоэтанола из виноградной выжимки с использованием штамма базидиального гриба Trametes HirsutaМТ 24.24, начиная с измельчения исходного сырья и заканчивая упаковкой готовой продукции.

В процессе работы был проведен анализ современных способов производства биоэтанола, были выделены технологии с повышенным выходом продукта и минимальными затратами. Рассмотрены ключевые этапы технологии, особенное внимание было уделено стадии ферментации и ректификации биоэтанола.

Результаты работы могут быть полезны для производства биотоплива, данное исследование позволит выявить ключевые факторы, способствующие успешному развитию этой отрасли.

Библиографический список

1. Боровицкая, П.С. Проблемы и перспективы развития российского рынка биотоплива / Боровицкая П.С., Варламова Е.С., Крылова Ю.В. // Экономические исследования и разработки. – 2021. - с. 63-76

2. Садыков, Р.Р. Жидкое топливо из растительной биомассы. Биоэтанол / Наука молодых-будущее России. – 2018. – Р. 292-297.
3. Джамалов, З.З. Выбор штаммов дрожжей при получении биоэтанола из выжимки винограда // Вестник аграрной науки узбекистан. – 2024. – № 2 (14/2). – С. 148-150.

УДК 663.4

РУДЕНКО А.А., КУЗИНА О.В.

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА СВЕТЛОГО ПИВА С ПРИМЕНЕНИЕМ МИНЕРАЛЬНОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ОСТАТОЧНЫХ ПИВНЫХ ДРОЖЖЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Пиво – это игристый, освежающий напиток с характерным хмелевым ароматом, приятным горьковатым вкусом, насыщенный углекислым газом, который образуется в процессе брожения. Оно утоляет жажду, повышает общий тонус организма человека, способствует лучшему обмену веществ [1].

Производство светлого пива – это не только технологический процесс, но и искусство, имеющее многовековую историю. Самое древнее упоминание пива встречается в шумерской (Месопотамии) клинописи, датируемой 2800 г. до н. э.

В последние десятилетия наблюдается значительный рост интереса к крафтовому пивоварению, что привело к появлению множества малых и независимых пивоварен. Эти компании стремятся предложить уникальные сорта пива, используя традиционные методы и инновационные подходы [2].

Целью данной работы является всестороннее изучение процессов производства светлого пива «Афанасий» 4,5% спирта с использованием минеральной добавки на основе остаточных пивных дрожжей, начиная от выбора сырья и заканчивая упаковкой готовой продукции. В рамках работы были рассмотрены ключевые этапы пивоварения, такие как соложение, затирание, брожение и созревание, а также влияние различных факторов, таких как качество воды, сорта хмеля и дрожжей, на вкус и аромат конечного продукта; расчет сусловарочного аппарата и вентиляции.

Кроме того, в работе был проведен анализ современных технологий, применяемых в производстве светлого пива, включая использование нового ингредиента, такого как минеральная добавка на основе остаточных пивных дрожжей. Данное изобретение предназначено для интенсификации процесса брожения. Это достигается получением минеральной добавки для пивных дрожжей, включающий в себя получение препарата – биосорбента Zn^{2+} на основе остаточных пивных дрожжей [3].

Особое внимание было уделено вопросам контроля качества на всех этапах производства, что является критически важным для обеспечения стабильности и безопасности продукта.

Данное исследование не только углубит понимание технологий производства светлого пива, но и позволит выявить ключевые факторы, способствующие успешному развитию этой отрасли. В конечном итоге, результаты работы могут быть полезны как для действующих пивоварен, так и для новых игроков на рынке, стремящихся занять свою нишу в мире пивоварения.

Библиографический список

1. Дубровин, И.И. Все о пиве / И.И. Дубровин. – М.: ЛитРес, 2008. – 90 с.
2. Кунце, В. Технология солода и пива: перевод с немецкого языка / В. Кунце. – СПб.: Профессия, 2009. – 838 с.

3. Патент № 2712787 Российская Федерация, МПК C12C 5/02 (2006.01), C12C 11/02 (2006.01.)2020.01.31. Способ получения минеральной добавки для пивных дрожжей и способ ее применения: № 2018146507: заявл. 26.12.2018: опубл. 31.01.2020/ Гернет М. В., Грибкова И.Н., Кобелев К. В.

УДК 579.66

ТУБАКИНА А.Д., КАЛИНИНА А.А.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОССТАНОВЛЕНИЯ МЕТИЛТИАЗОЛИЛТЕТРАЗОЛИЯ БРОМИДА БАКТЕРИЯМИ, СУСПЕНЗИРОВАННЫМИ В ФИЗИОЛОГИЧЕСКОМ РАСТВОРЕ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Метилтиазолилтетразолия бромиду (МТТ) в последнее десятилетие отдается предпочтение в исследованиях жизнеспособности клеток. Этот индикатор проявляет высокую способность к восстановлению, а также продукт восстановления формазан (МТФ) из-за наличия в структуре неполярного тиазольного кольца обладает способностью к гидрофобным взаимодействиям с неполярными фрагментами бактериальной мембраны.

Целью работы явилось выявление методами формальной кинетики особенностей восстановления МТТ суспензированными в физиологическом растворе бактериями. В основе выбора группы бактерий лежал фактор количественной десорбции продукта восстановления с клеточной стенки органическим растворителем. В качестве объектов исследования использовались некоторые виды бактерий рода *Staphylococcus* и *Tetracoccus*. Кинетический эксперимент проводился по методике, разработанной сотрудниками кафедры «Нанотехнологии и биотехнологии» и описанной в работе [1].

Установлено, что в ряду изученных бактерий кривая накопления имеет вид монотонно возрастающей кривой, переходящей в плато при очень низкой конверсии (рис.1).

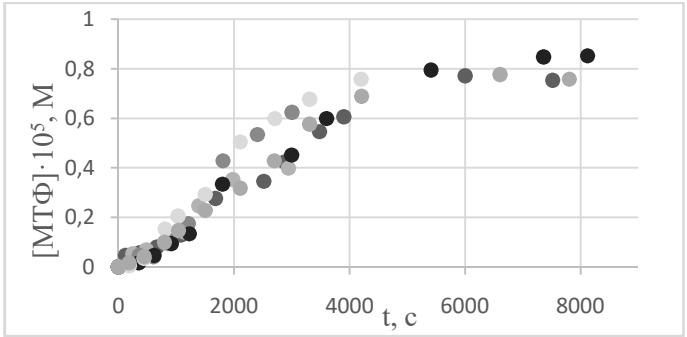


Рис.1. Зависимость концентрации МТФ при экспозиции МТТ с бактерией *Staphylococcushaemoliticus*

Конверсия соли тетразолия не превышает 16-25 %. Более того выявлено, что при повышении начальной концентрации соли тетразолия степень протекания реакции снижается. Так, в системе МТТ-*Staphylococcushaemoliticus* при повышении концентрации соли тетразолия с $5{,}88\cdot10^{-5}$ до $10{,}3\cdot10^{-5}$ М конверсия уменьшилась с 14,5 до 5,7 %. Напротив, начальная скорость восстановления МТТ проявляет низкую зависимость от начальной концентрации. В той же системе V_0 равна $(1{,}3\pm0{,}1)\cdot10^{-9}$ М/с при концентрации МТТ $5{,}88\cdot10^{-5}$ М и $(1{,}5\pm0{,}09)\cdot10^{-9}$ М/с при $[\text{МТТ}]_0=10{,}3\cdot10^{-5}$ М. Было сделано предположение об ингибировании восстановительных центров бактерий формазаном. Предположение было проверено с использованием уравнения Шмидта, которое применяется в ферментативной кинетике при ингибировании

реакций продуктом. Выявлено, что константы ингибирования практически не зависят от родовых и видовых различий бактерий, и в изученном ряду $K_P \approx 1{,}0 \cdot 10^{-5}$ М.

Калинина, А.А. Применение методов химической кинетики в изучении восстановления йоднитротетразолия хлорида в присутствии клеток бактерий *Bacillussubtilis* / А.А. Калинина [и др]. // Вестн. Моск.: Ун-та. Сер.2. Химия. Т.60. №1, 2019. – С. 27 – 33.

УДК 661.746.5

ФИОХИН М.А., ПЛОХОВ С.В.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ЛИНИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ МЕТОДОМ ГЛУБИННОЙ ФЕРМЕНТАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Лимонная кислота – слабая органическая кислота, широко распространенная в природе, особенно в цитрусовых. Она активно применяется в пищевой промышленности, фармацевтике, бытовой химии и других отраслях благодаря своим свойствам: подкислителя, консерванта, антиоксиданта и стабилизатора. Ее использование увеличивает срок годности продуктов, улучшает вкус, а также делает составы более экологичными, заменяя фосфаты в моющих средствах.

По данным на 2024 год, мировой объём производства лимонной кислоты составляет 3,1 млн тонн. С 2019 по 2024 год этот показатель вырос в 1,3 раза. В 2017 году закрылся белгородский завод «Цитробел» – единственное в России производство лимонной кислоты.

Работа представляет собой комплексное исследование, направленное на разработку высокоэффективной и конкурентоспособной технологии производства лимонной кислоты на территории России.

В ходе работы был проведен анализ методов производства лимонной кислоты, ее продуцентов и сырья. По результатам сравнительной оценки была выбрана технология глубинной ферментации с использованием штамма *Aspergillusniger.* В качестве источника сахара применяется меласса. Выбор продуцента обусловлен высоким выходом продукта, штамм обладает высокой устойчивостью к примесям субстрата. На основе анализа научных статей описаны биохимические процессы, протекающие при синтезе лимонной кислоты, и факторы, влияющие на выход целевого продукта [1].

В качестве метода выбран микробиологический способ, который является более экономичным, экологически безопасным и обеспечивает высокий выход продукта благодаря высокой метаболической активности микроорганизмов в отличии от синтетического метода. При сравнении поверхностного и глубинного способов культивирования предпочтительнее оказался второй метод. Он позволяет использовать большие объемы питательной среды, имеет возможность точного контроля параметров и стерильные условия.

В процессе изучения субстратов было выявлено, что меласса является наиболее предпочтительной. Она имеет высокое содержание сахара, вещества необходимое для нормальной жизнедеятельности гриба и большой выход продукта, а также отличается низкой стоимостью [2]. На основе изученных материалов в работе описаны стадии производства лимонной кислоты и необходимое оборудование.

Библиографический список

1. Журавский Г. И., Аглиш И. В. Рост и кислотообразование у Aspergillusniger. Сообщ. V. — Микология и фитопатология, 1974, вып. 1, с. 15—22.
2. Смирнов В.А. Пищевые кислоты (Лимонная, молочная, уксусная). – Москва; Лёгкая пищевая промышленность, 1983. - 362 с.

СЕКЦИЯ 9

ХИМИЯ, ХИМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ И НАНОТЕХНОЛОГИИ

УДК 661.74, 66.123

БАЖЕНОВ И.О., РУМЯНЦЕВ М.А., РЫЖОВ Д.Е., НИКАНДРОВ С.А, НИКАНДРОВ М.И., КОНОВАЛОВ В.С.

ПЕРЕРАБОТКА ИЗОБУТИЛЕНА В МЕТИЛМЕТАКРИЛАТ

Нижегородский технический государственный университет им. Р.Е. Алексеева
Дзержинский политехнический институт (филиал) НГТУ им. Р.Е. Алексеева

Метилметакрилат является эфиром метакриловой кислоты и используется в качестве сырьевого компонента в синтезе полимеров. Метилметакрилат можно использовать в народном хозяйстве в виде органического стекла, компонентов красителей и лаков. Окисление изобутилена кислородом воздуха проходит в присутствии аммиака с образованием первоначально акролеина с последующим доокислением его до метакриловой кислоты. Процесс проходит с выделением тепла при температурах 85 - 98 °С. В результате последующего взаимодействия с аммиаком кислота переходит в метакрилонитрил образующий в присутствии серной кислоты метилметакриловую кислоту. Окисление изобутилена проходит на катализаторе при температуре 350 - 450 °С в присутствии катализатора. Метакриловая кислота в присутствии метанола переходит в метилметакрилат.

Составлены материальные и тепловые балансы процессов. Время реакций составляет 15-16 минут. На 1 кмоль изобутилена расходуется эквивалентное количество кислорода при продувке массы воздухом. Теплота окисления утилизируется в котле-утилизаторе. Теплота получения метакрилонитрила равна $4{,}6 \times 10^4$кДж/кмоль. На 1 кмоль метилметакрилата получается 2 кмоля сульфата аммония, перерабатываемого в удобрение.

Взаимодействие метакриловой кислоты с метанолом проводят в пятисекционной колонне диаметром 1000 мм и высотой 5500 мм. Температура по секциям повышается от 250°С до 450 °С. Раствор сульфата аммония удаляется из куба колонны, полученный метилметакрилат отделяется в ректификационной колонне от образовавшихся смол. Отделяемая при ректификации смесь остатка метанола с метакриловой кислотой возвращается на доработку в колонну получения эфира.

УДК 661.74

БАЙДАЧЕНКО В.Е.[1], ОТОПКОВА К.В.[1,2], ЕСИПОВИЧ А.Л.[1,2], СМИРНОВ М.А.[1], БАРИНОВ Д.С.[1], ОТОПКОВ Д.В.[2]

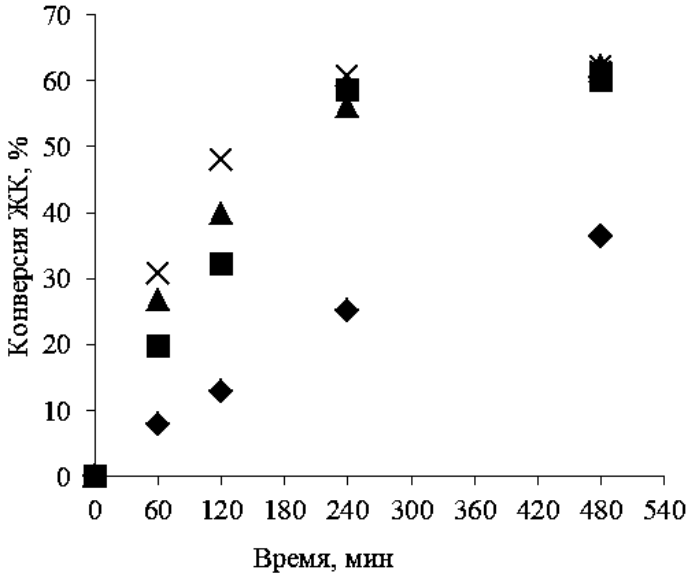
ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ НА ПРОЦЕСС ЭТЕРИФИКАЦИИ ЖИРНЫХ КИСЛОТ В ПРИСУТСТВИИ ГИПЕРСУЛЬФИРОВАННОГО КАТИОНИТА

[1]Нижегородский технический государственный университет им. Р.Е. Алексеева
[2]Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского

Метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК), применяются не только в качестве биодизельного топлива, но и являются сырьем для химической промышленности. МЭЖК по-

лучают путем этерификациис метаноломсвободных жирных кислот, присутствующих в животных жирах и в отработанных маслах для жарки, в присутствии кислотного катализатора. Проведение этерификации с использованием гомогенных катализаторов обеспечивает высокую скорость процесса, однако при этом образуется большое количество сточных вод, а также а также необходимы высокие затраты на выделение и очистку продукта. Решением данной проблемы является использование гетерогенных кислотных катализаторов. Гиперсульфированный катиониты имеют высокую каталитическую активность в процессах этерификации.

Для оценки влияния температуры на процесс этерификации были проведены эксперименты в интервале температур 40 – 70 °С при загрузке катализатора 10 % от масс. ЖК, молярном соотношении метанол/жирные кислоты 10/1 и времени реакции 6 ч. Результаты представлены на рис. 1.



♦ – температура 40°С; ■ – температура 50°С; ▲ – температура 60°С; × – температура 70°С

Рис. 1. Зависимость конверсии ЖК от времени проведения реакции

Выход МЭЖК увеличивается с 36,35 % до 61,5 % при повышении температуры с 40 до 60 °С. Повышение температуры реакции с 60°С до 70°С не приводит к существенному увеличению конверсии и скорости процесса.

УДК 66.023

БАКАЕВА Е.В., СИДЯГИН А.А.

ПРОРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНОГО РЕАКТОРА ДЛЯ МНОГОАССОРТИМЕНТНОЙ ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях многим химическим предприятиям приходится существовать в условиях нестабильной рыночной динамики. При этом высока вероятность быстрого изменения потребности в конкретном виде продукции. Это определяет важность оперативного реагирования и переориентации производства с одного вида химических продуктов на другой, причем в достаточно сжатые сроки.

Перспективным решением этой проблемы является организация гибких многоассортиментных химико-технологических систем (ХТС), что позволяет быстро перепрофилировать предприятие на выпуск более востребованной продукции [1]. Наиболее эффективно такие ХТС могут использоваться в малотоннажных производствах с единичной мощностью до 50 тыс.т., производящих такие классы химических продуктов, как полимеры, лакокрасочные материалы, синтетические красители, эфиры, смолы, продукты бытовой химии, химические реактивы и особо чистые вещества, химические средства защиты растений и т.п. Актуальность задачи существенно возрастает в условиях санкций и ухудшения торговых отношений с высокотехнологичными странами, когда спрос на отечественную продукцию малотоннажной химии существенно растет.

Вопрос проектирования, организации и оптимального функционирования гибких многоассортиментных ХТС исследуется зарубежными и отечественными научными школами с начала 1960-х годов и остается актуальным до настоящего времени. Обеспечение технологической гибкости базируется на возможности перестроения структуры ХТС при переходе от одной номенклатуры продукции к другой и использовании многопрофильного, многофункционального оборудования в котором возможно совмещение ряда технологических процессов – например, нагрева и (или) отвода тепла, перемешивания, химической реакции, массообмена и др. [2, 3].

Ключевым типом аппарата для любой ХТС является реактор, предназначенный для проведения химической реакции между двумя и более ингредиентами с различным набором физико-химических свойств. На основании функционального анализа спектра решаемых в аппарате задач, проведено техническое обоснование компоновки и проектирование емкостного химического реактора с перемешивающим устройством, встроенными теплообменными элементами, позволяющего совместить выполнение ряда ключевых операций при эксплуатации в составе гибкой многоассортиментной химико-технологической системы.

Библиографический список

1. Бакаева, Е.В. Постановка задачи по переводу существующего химического производства на многоассортиментную схему / Бакаева Е.В., Сидягин А.А.// В сб.: Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности. Материалы XVII Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Бийск, 2024. С. 6-9

2. Задорский, В.М. Аппаратурно-технологическое обеспечение гибкости ХТС / В.М. Задорский, С.М. Русалин, А.П. Фокин, В.Ф. Жиденко // Журн. Всес. хим. общ-ва им. Д.И. Менделеева. 1987. Т. 32, № 3, С. 273-280.

3. Егоров, А.Ф. Оптимальный выбор типового оборудования при проектировании многоассортиментных химических производств / Егоров А.Ф., Бельков В.П., Тюрина Н.С. // Хим. пром-сть. 2001, № 2, С. 40-45.

УДК 544.478.1628.349.094.3

БАРИНОВ Д.С., ЧУЖАЙКИН И.Д., БАЙДАЧЕНКО В.Е.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕДЬ-ЖЕЛЕЗОСОДЕРЖАЩИХ СИЛИКАЛИТОВ В ПРОЦЕССЕ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ОЧИСТКИ ФЕНОЛЬНЫХ СТОЧНЫХ ВОД ПЕРОКСИДОМ ВОДОРОДА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одним из способов очистки от фенолов является процессы полного окисления с использованием экологически чистых окислителей, таких как пероксид водорода, кислорода воздуха или озон. Однако использование гомогенных катализаторов – растворимых солей

железа приводят к трудности отделения и регенерации. По этой причине разработка гетерогенных катализаторов для процесса Фентона является важной задачей. Применение железосодержащих силикалитов, обладающих высокой удельной площадью поверхности и пористой структурой, позволяет повысить эффективность в процессе окислении фенола.

Целью данной работы являлось получение медь-железосодержащих цеолитов с разным мольным соотношением железо:медь и оценка их каталитической активности в процессе окисления фенола с использованием пероксида водорода. Катализаторы были получены аналогично методике, описанной в [1]. Для оценки эффективности действия гетерогенных каталитических систем в процессе Фентона проведено сравнение степени минерализации субстрата в процессе с эталонным гомогенным катализатором данного процесса - сульфатом железа (II). В качестве источника меди и железа использовали нитрат железа (9 водный) и нитрат меди (3-х водный).Мольное соотношение компонентов геля до стадии гидротермальной обработки имело вид: SiO2 : 0,01 CuO : 0,01 Fe2O3 : 0,5 ТПАГ : 50 H2O.

Степень минерализации фенола определяли по степени снижения химического потребления кислорода (ХПК). ХПК определялось по ПНДФ 14.1:2:3.100-97. Результаты приведены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты каталитических испытаний

Катализатор	ХПК исходное, мг/л	ХПК конечное, мг/л	Степень минерализации, %	Степень превращения ПВ, %
$FeSO_4$(гомогенный)	4350	1100	74,7	44,8
FeS-1*	4350	500	88,5	99,4
CuS-1*	4400	1250	71,6	50,1
Fe:Cu – 0,5:1,5*	4400	180	95,9	100,0

Условия: pH = 3; T = 70 °C; $C_{0,\ фенол}$ = 2000 мг/л; C_{FeSO4}= 0,18 г/л (эквивалентно мас. содержанию металлов в гетерогенных катализаторах), *$C_{кат}$ = 5 г/л; τ = 60 мин.

Следует отметить, во всех экспериментах после 15 минут испытания содержание фенола составляло <0,005 % (мас.). Следовательно, токсичный фенол успешно разлагается на более низкомолекулярные соединения. Наилучший показатель степени минерализации достигается на FeCuS-1 (0,5 : 1,5), составляющий 95,6 %, что позволяет сделать вывод о высокой эффективности данного катализатора.

1. Патент № 2803369 РФ Способ получения иерархического железосодержащего силикалита с возможностью регулирования соотношения микро-мезопор для процесса полного окисления фенола пероксидом водорода: № 2022132982: завял. 15.12.2022: опубл. 12.09.2023 / Чужайкин И.Д. Федосова М.Е., Федосов А.Е., Орехов С.В., Орехов Д.В. – 11 с.

УДК 66.045.1

БЕСЕДИН Д.А., КОСЫРЕВ В.М., ДИКОВ В.А.

ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ НА ОСНОВЕ ВИХРЕВЫХ КАМЕР

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

Рекуперативные теплообменные аппараты (ТА) имеют широчайшее применение в химической промышленности. Рабочими поверхностями для переноса тепла в них обычно служат круглые трубы, каналы другой формы, плоские и спиральные листы.

В качестве основы теплообменного устройства перспективно использовать модуль в виде вихревой камеры (ВК). ВК – устройство имеющее цилиндрический корпус с тангенциальным входным и центральным выходным патрубками. Установлено, что теплоотдача к

стенкам ВК идет весьма интенсивно. На основе такого модуля на кафедре ТОТС ДПИ НГТУ были предложены и испытаны ряд конструкций аппаратов, которые защищены патентами РФ. Все патенты приведены на сайте НГТУ.

Цель настоящей работы – изучение имеющихся конструкций для разработки новых эффективных ТА и их элементов.

Вихревой ТА (патент РФ № 2711569), содержит две смежные соосные вихревые камеры, образованные тремя плоскими дисками, причем крайние диски являются крышками, а средний общий диск – поверхностью теплообмена. Отличие аппарата в том, что центральные патрубки снабжены специальными устройствами, позволяющими снизить сопротивление камер ТА в 1,5- 1,8 раза.

Для случая, когда расход одного из теплоносителей мал, для интенсификации теплообмена предложен Вихревой ТА (патент РФ № 2766504), где обе камеры снабжены крыльчатками, которые соединены валом. Одна из крыльчаток выполняет функцию турбинки, другая – активатора потока. Вращение турбинок позволяет интенсифицировать теплоотдачу в ВК, где расход теплоносителя меньше, а значит и теплопередачу по аппарату в целом.

Вихревой ТА (патент РФ № 2813402) также имеет две ВК. Средний диск – поверхность теплообмена. Для более равномерной работы было предложено снабдить внутренний объём обеих ВК пластинами дугового профиля, которые закреплены по окружности на среднем диске перпендикулярно к его плоскости. Пластины имеют высоту, равную высоте вихревых камер, образуют замкнутый контур, делящий объём вихревой камеры на два пространства: периферийное и центральное. Концы соседних пластин скреплены между собой винтами внахлест с образованием щелей для прохода теплоносителей. Технический результат - снижение гидравлического сопротивления аппарата, более равномерная работа ВК аппарата и снижение возникающего в нём давления.

Рассмотренные ранее ТА предназначены для работы на системе жидкость-жидкость (Ж-Ж). Для возможности эффективной работы на системе газ-жидкость (Г-Ж) например, в качестве нагревателя газа или охладителя жидкости, предложен ТА (патент РФ №2831874). ТА имеет две ВК. Нижняя ВК типовой конструкции для подачи в неё горячей жидкости. Верхняя ВК – для подачи в неё воздуха или другого газа выполнена открытой по периферии, а её диск-крышка имеет центральное отверстие, где закреплён патрубок для прохода воздуха, снабженный сверху вентилятором. Средний теплообменный диск в центре снабжен приваренными патрубком-керном и изогнутыми рёбрами, внутренние концы которых приварены внахлёст к патрубку-керну. Рёбра по их длине имеют постоянную высоту и по крайней мере один изгиб под тупым углом, направленный в сторону патрубка-керна. Такая форма рёбер позволяет не только увеличить теплоотдачу к газу в верхней ВК, но и повысить прочность теплообменного диска за счет перераспределения усилий в конструкции. Все рассмотренные устройства прошли испытания на кафедре ТОТС, подтвердили свою работоспособность. Модульный теплообменный элемент в виде вихревой камеры прост по конструкции и в изготовлении. Он эффективен в процессе передачи тепла. Это позволяет использовать данный теплообменный модуль в качестве основы для разработки новых аппаратов.

УДК 665.658.62

БОДРИКОВА Е.Р., СЕРОВА Е.С., ТИТОВ Е.Ю.

КОМПЛЕКСНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВЫСОКОСЕРНИСТОГО УГЛЕВОДОРОДНОГО СЫРЬЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Серосодержащие соединения в углеводородном сырье вызывают коррозию оборудования и дезактивацию катализаторов в процессах переработки, а также при сгорании топлива

приводят к загрязнению воздуха и кислотным дождям [1]. С целью снижения ущерба вводятся ограничения на содержания серы в нефтепродуктах.

Одним из эффективных методов сероочистки высокосернистого тяжелого углеводородного сырья является окислительное обессеривание. В настоящем исследовании разработана технология окислительного обессеривания вакуумного газойля (ВГО) с использованием перекиси водорода на модифицированном соединениями молибдена углеродном катализаторе [2]. В результате окислительной десульфуризации углеводородного сырья образуется высокосернистая (9-12%) смесь нефтяных сульфоксидов и сульфонов (НСО), который имеет ограниченное применение и требует переработки. Одним из методов переработки высокосернистого сырья является замедленное коксование. Разработаны режимы переработки НСО на лабораторной установке коксования при температуре 500 ˚С. В результате переработки образуются жидкие продукты пиролиза (выход 76,23% масс.), кокс (11,32% масс.) и газ (выход 12,45% масс). Твердые продукты пиролиза представлены на рис. 1.

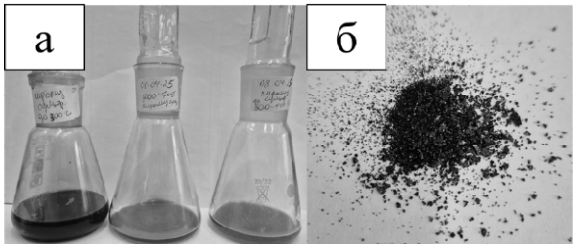


Рис. 1. Фотография твердых продуктов пиролиза НСО: *а* – жидкие продукты, *б* – кокс

Разработанная комплексная технология переработки высокосернистого углеводородного сырья, включающая окислительное обессеривание и замедленное коксование, представляет собой эффективное решение для снижения содержания серы в нефтепродуктах и утилизации высокосернистых отходов. Использование перекиси водорода и модифицированного углеродного катализатора обеспечивает высокую эффективность сероочистки, а последующее коксование НСО позволяет получать ценные жидкие и твердые продукты. Дальнейшая оптимизация технологических параметров и масштабирование процесса могут способствовать широкому внедрению данной технологии в нефтеперерабатывающую промышленность.

Библиографический список

1. Seyed Mostafa TabatabaeExtractive desulfurization of stabilized natural gas condensate in a micro-tube contactor /Seyed Mostafa Tabatabaei,Salman Movahedirad, Mohammad Amin Sobati// Chemical Engineering and Processing - Process Intensification. – 2023. – Vol. 183. – P. 109259.

2. Peng Z.In situ preparing defect-rich molybdenum trioxide anchored on cobalt-embedded porous carbon nanosheets for efficient oxidative desulfurization of model fuel/ Peng Zuo, Fanfan Liu, Weiqiang Zhang, Xiaojie Yin, Nannan Wang, Yan Mei, Xiaowei fang, Ping Qi, Kewei Chen, Zhiwei Zhang, Yun Shen, Jinyun Liu, Yefeng Liu // Separation and Purification Technology. – 2025. – Vol. 360. – P. 131205.

УДК 669.248

БЫЧКОВА М.А., ЛЕГОНЬКОВА К.А., ТАРАНЕЦ Р.В., РОГОЖИН В.В.

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА ХИМИЧЕСКОГО ОСАЖДЕНИЯ ПОКРЫТИЯ Ni-B

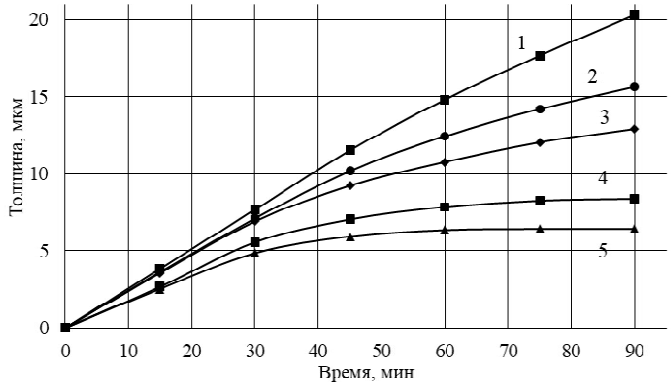
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В производстве изделий радиоэлектронной техники с медным токоведущим рисунком широко распространен процесс химического никелирования и золочения с целью обеспече-

ния проведения сборочных операций методом пайки и сварки. Качество пайки (определяемое по методу растекания припоя) сильно зависит от свойств наносимого покрытия, что может быть обеспечено применением химически нанесенных термостойких покрытий никель-бор, обладающих флюсующим действием.

Для нанесения таких покрытий авторами [1, 2] при металлизации медной основы предлагалось использование раствора, содержащего соль никеля, аминоуксусную кислоту и диметиламин-боран (ДМАБ) в качестве восстановителя. Данный раствор обеспечивает нанесение никелевого покрытия непосредственно на медную основу без предварительной палладиевой активации и с приемлемой скоростью (вплоть до 15 мкм/ч при 90 °С), но имеет недостатки, связанные со стабильностью раствора, высокими внутренними напряжениями (ВН) в никель-борном покрытии уже при незначительных толщинах, а также наличием питтинга. Данные проблемы предлагается решить модификацией раствора, а именно вводом в его состав серосодержащего стабилизатора и смачивателя.

Применение стабилизирующей добавки, содержащей серу, объясняется не только необходимостью повышения стабильности раствора, но и снижением ВН в покрытии. Сера, включаясь в покрытие никель-бор, имеющее сильное напряжение растяжения (вплоть до 400 – 600 МПа[3]), дает напряжение сжатия, обеспечивая тем самым возможность осаждения менее напряженного покрытия толщиной вплоть до 20 мкм. Было проведено исследование влияния различных серосодержащих стабилизаторов (тиомочевина (ТМ), L-цистеин, KCNS) на ход процесса никелирования и качество покрытия. Например, в случае использования добавки ТМ зависимости толщины покрытия от времени и средних скоростей осаждения (за 30 минут) при разных плотностях загрузки имеют вид, представленный на рис. 1 и 2.



1 – 0,5 дм^2/л; 2 – 1 дм^2/л; 3 – 1,5 дм^2/л; 4 – 3 дм^2/л; 5 – 4 дм^2/л

Рис. 1. Наносимая толщина при разных плотностях загрузки в растворах с ТМ 0,5 г/л

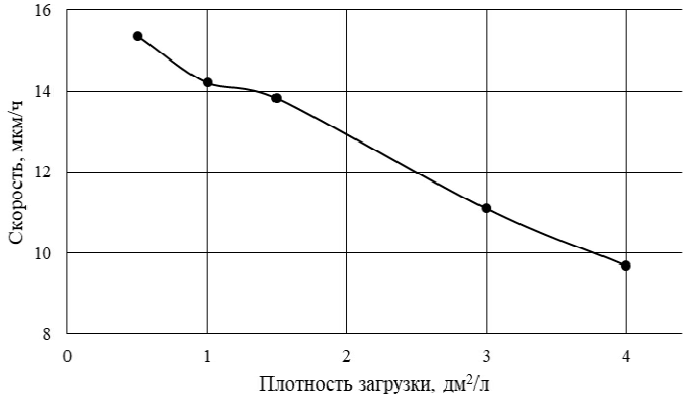
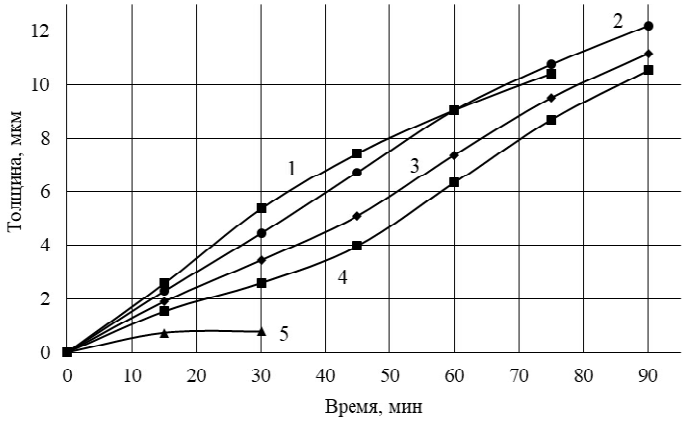


Рис. 2. Скорость нанесенияпри разных плотностях загрузки в растворах с ТМ 0,5 г/л

Как видно из рис. 2, необходимая для пайки толщина (до 6 мкм) может быть наработана менее чем за 30 мин даже при достаточно высоких (4 дм^2/л) плотностях загрузки.

Введение стабилизатора в количестве 0,5 мг/л заметно повышает эксплуатационные характеристики раствора химического никелирования. Небольшая потеря скорости осаждения в первые 15 минут (рис. 3) компенсируется последующей стабильной работой раствора при более высоких скоростях, особенно при малых плотностях загрузки. Это можно объяснить тем, что большая часть восстановителя окисляется непосредственно на поверхности покрываемых деталей, то есть идет на полезный процесс по сравнению со скоростью гидролиза восстановителя, что приводит к его перерасходу. Увеличивается время работы раствора, что позволяет сделать большее число загрузок либо нанести достаточно толстые никель-борные покрытия, с минимальными потерями дорогого восстановителя.



Концентрация ТМ: 1 – 0 мг/л; 2 – 0,5 мг /л; 3 – 1 мг /л; 4 – 1,5 мг /л; 5 – 2 мг /л

Рис. 3. Скорость нанесения при разных концентрациях ТМ (D = 1,5 дм^2/л)

Для устранения питтинга в качестве смачивающей была выбрана добавка ЦКН-14, традиционно используемая в гальваническом никелировании. Как оказалось, введение ПАВ в состав раствора (1 – 2 мл/л) в малой степени сказывается как на скорости металлизации,так и на способности электролита активировать медную поверхность, но это позволило избавиться от питтинга и получить более светлое ровное покрытие.

То есть оптимальное сочетание серосодержащего стабилизатора и добавки смачивателя ЦКН-14 позволило получить малонапряженное качественное покрытие Ni-B требуемой толщины, которое можно использовать самостоятельно либо в качестве подслоя.

Модернизированный раствор для химического осаждения сплава никель-бор может выдержать большое число загрузок, способен к корректировке и осаждению толстых покрытийпри металлизации медных основ под последующее золочениеи пайку.

Библиографический список

1. Таранец, Р.В. Разработка активационного раствора химического никелирования меди / Таранец Р. В., Рогожин В. В., Девяткина Т.И.// Будущее технической науки: Сборник материалов XX Всероссийской молодежной научно-технической конференции, посвященной 800-летию Нижнего Новгорода, Нижний Новгород, 21 мая 2021 года. – Нижний Новгород: Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева, 2021. – С. 322-323.
2. Таранец, Р.В.Модификация технологии нанесения иммерсионного золота под пайку заменой подслоя Ni-P на Ni-B-P / Таранец Р. В., Рогожин В. В., Кишикова Д. Д. // Будущее технической науки: Сборник материалов XXII Всероссийской молодежной научно-техн. конф., посвященной 125-летию основания Нижегородского государственного технического универ-

ситета им. Р. Е. Алексеева. – Нижний Новгород, 24-26 мая 2023 года: Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева, 2023. – С. 609-610.
3. Худа, М.А. Закономерности образования и свойств химических никель-бор-фосфорных покрытий: автореф…дис. кан. хим. наук. – М.: 1995. – 18 с.

УДК 66.088

ГАШНИКОВА Е.Д.,ТИТОВ Е.Ю.

ЭКСТРАКЦИОННАЯ ОЧИСТКА ОТРАБОТАННЫХ МОТОРНЫХ МАСЕЛ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Смазочное моторное масло является важным элементом в машиностроении и автомобильных двигателях, благодаря ему сводится к минимуму трение, уменьшается износ, обеспечивается защита от коррозии, улучшается герметизация и рассеивается тепло. Как правило, смазочное моторное масло состоит из базового масла и присадок, среднее содержание которых составляет 80–90% и 10–20% соответственно. Во время эксплуатации физико-химические свойства моторных масла ухудшаются вследствие деградации и окисления. В отработанном моторном масле содержатся продукты износа, смолы, вода, отработанные присадки, сажа, продукты сгорания, минеральные кислоты и т.д [1].

Отработанное моторное масло относится к III классу опасности (умеренно опасные). Неправильное обращение и использование отработанных масел может загрязнить окружающую среду и угрожать здоровью человека. Ежегодно во всём мире в биосферу попадает свыше 6 млн тонн нефтепродуктов, из которых более 50% приходится на отработанные смазочные материалы, значительную долю в которых составляют загрязненные технические масла [2]. Отработанные смазочные масла являются ценным ресурсом и могут быть подвергнуты вторичной переработке для получения базового масла.

Настоящая работа посвящена разработке метода очистки отработанного моторного масла экстракцией растворителем с целью получения базового масла. В качестве экстрагента использовался изопропиловый спирт (ИПС). Процесс включал в себя следующие стадии: вакуумное фильтрование, перегонку отработанного масла при атмосферном давлении с целью удаления воды, экстракцию ИПС, регенерацию экстрагента и адсорбцию. После проведения фильтрования и перегонки, отработанное масло смешивалось с ИПС в соотношении 1:3, затем смесь перемешивалась при температуре 40°C в течение 1 часа. Далее смесь отстаивалась в течение 48 часов в делительной воронке. Смесь разделялась на две фазы: экстракт, состоящий из компонентов экстрагента и базового масла, и рафинат, содержащий шлам. Далее проводилась перегонка при атмосферном давлении смеси ИПС и масла (экстракта) для регенерации экстрагента. Очищенное базовое масло подвергалось адсорбции с целью удаления полициклических ароматических углеводородов. В качестве адсорбента использовался активированный уголь. В результате переработки было получено очищенное базовое масло с выходом 60-75% масс.

Библиографический список

1. **Rahman, M.** Effect of Operating Variables on Regeneration of Base-Oil from Waste Oil by Conventional Acid-Clay Method/ Rahman, M., Siddique, T., Samdani, S., &Kabir, K.// *Chemical Engineering Research Bulletin*. – 2008. – №12. – p. 24–27.
2. **Качановский, А. А.** Эффективный способ регенерации отработанных технических масел-40 // Вестник студенческого научного общества «Донецкий национальный университет». – 2020. – Т. 1, № 12. – С. 175-180. – EDNTREMKM

УДК 669.248 + 661.961

ГУСЕВА А.Е., КОЗЫРИН В.А., ТАРАНЕЦ Р.В., РОГОЖИН В.В.

ИССЛЕДОВАНИЕ НИКЕЛЕВЫХ СПЛАВОВ В КАЧЕСТВЕ МАТЕРИАЛОВ КАТОДОВ ДЛЯ ЩЕЛОЧНОГО ЭЛЕКТРОЛИЗА ВОДЫ

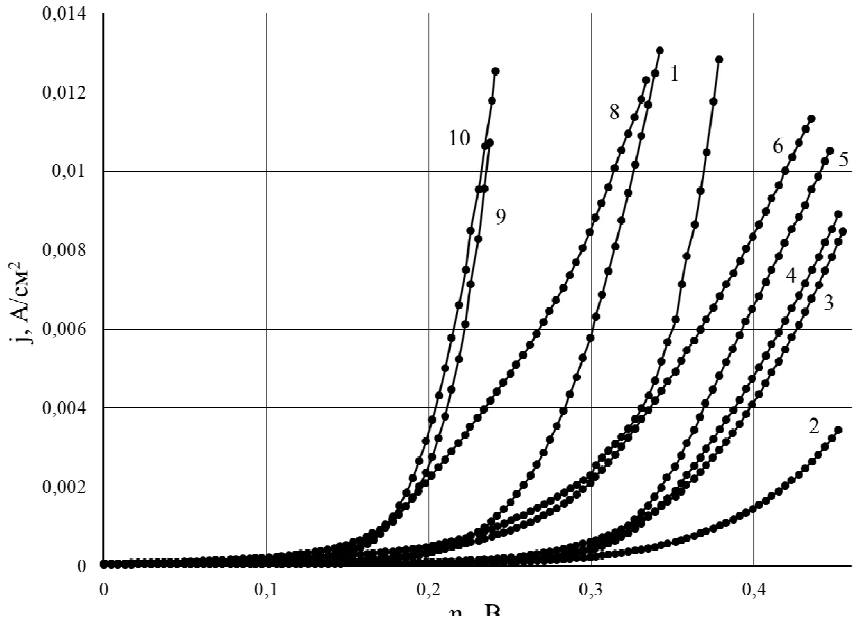
Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Электрохимическое разложение воды в электролизерах со щелочным электролитом позволяет получить водород высокой степени чистоты.

Главный недостаток данного способа – это высокое энергопотребление. Одним из путей повышения эффективности электролитического получения водорода является уменьшение перенапряжения электродных процессов и, как следствие, снижение напряжения на электролизере.

Для решения этой проблемы разрабатываются новые материалы, модифицированные многокомпонентные поверхностные катализаторы на основе никелевых покрытий, содержащие включения, таких как Co, Cu, Mo.

Для определения величины перенапряжения выделения водорода на сплавах никеля снимались катодные поляризационные кривые в 6 М растворе КОН при температуре 20 ℃ (рис. 1).В работе проводилось испытание 10 образцов, в качестве катодного материала для электролиза воды использовались гладкая никелевая фольга (образец 1) и различные сплавы на основе никеля, осажденные химическим способом (образцы 2 – 10). Содержащие бор сплавы осаждались с использованием диметиламин-борана (2, 9, 10) и борогидрида натрия (6, 7, 8), фосфор – с использованием гипофосфитом натрия. Для осаждения третьего металлического компонента использовались соли соответствующих металлов.



1 – фольга Н0; 2 – сплав Ni-Mo-B ($Na_2MoO_4$1 г/л); 3 – сплав Ni-Co-P; 4 – сплав Ni-P; 5 – сплав Ni-P; 6 – сплав Ni-Mo-B (Na_2MoO_4 0,5 г/л); 7 – сплав Ni-B; 8 – сплав Ni-Mo-B (Na_2MoO_4 2 г/л); 9 – сплав Ni-P-B; 10 – сплав Ni-B

Рис. 1. Поляризационные кривые выделения водорода на никеле и его сплавах в 6 М КОН при 20 ℃. Скорость развертки потенциала 2 мВ/с

Лучшие результаты по перенапряжению выделения водорода были достигнуты на покрытии никель-бор и никель-фосфор-бор, на которых перенапряжение выделения водорода по сравнению с чистым никелем снижается примерно в 1,5 раза.

УДК 544.653.23

ГУСЕВА Д.Л., ТАРАНЕЦ Р.В., ИСАЕВ В.В.

КИНЕТИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОБРАЗОВАНИЯ ОКСИДНОЙ ПЛЕНКИ НА АЛЮМИНИИ И ЕГО СПЛАВАХ В РАСТВОРАХ СЕРНОЙ И ФОСФОРНОЙ КИСЛОТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Алюминий и его сплавы находят широкое применение в авиастроении, автомобилестроении, приборостроении и других отраслях промышленности.

Алюминий имеет стандартные электродные потенциалы превращений [1]:

$Al^{3+} + 3e = Al$ $E^0 = –1,663$ В (1)

$Al + 3H_2O = Al(OH)_3 + 3H^+ + 3e$ $E^0 = –1,471$ В (2)

$Al + 2H_2O = AlO_2^- + 4H^+ + 3e$ $E^0 = –1,262$В (3)

Как активный металл, при попадании в водный раствор может взаимодействовать с растворителем с выделением водорода:

$2Al + 6H_2O = 2Al(OH)_3 + 3H_2$ (4)

Осадок $Al(OH)_3$ имеет произведение растворимости $5,1\cdot10^{-33}$ и представляет собой коллоидные мицеллы. Такой гелеобразный слой под действием электрического поля упорядочивается, уплотняется и обладает высоким электрическим сопротивлением [2, 3]. Под действием выделяющегося Джоулева тепла осадок обезвоживается и на поверхности алюминия образуется оксидная пленка по реакции:

$2Al(OH)_3 = Al_2O_3 + 3H_2O$ (5)

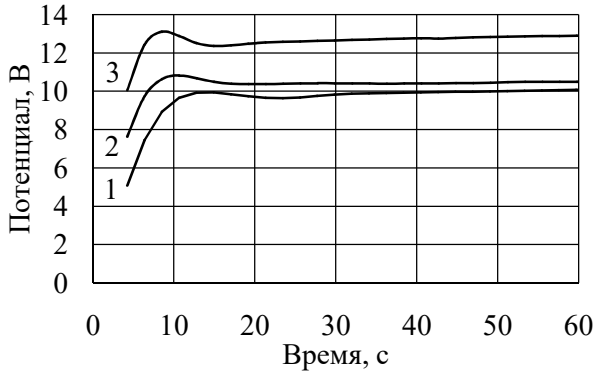
При включении анодного тока потенциал алюминия резко смещается в положительную сторону, достигая 10 – 13 В. С ростом задаваемой плотности тока анодная поляризация возрастает (рис. 1). Потенциал анода при оксидировании алюминия и его сплавов (АМг3) пульсирует. Пульсации обусловлены противоположно протекающими процессами: формированием и ростом оксидной пленки, что приводит к росту потенциала, а также растворением оксидной пленки в серной кислоте:

$Al_2O_3 + 3H_2SO_4 = Al_2(SO_4)_3 + 3H_2O$ (6)

С ростом температуры электролита до 40 °С анодная поляризация снижалась до 4 – 5 В (рис. 2). Энергия активации формирования оксидной пленки составила29,4 кДж/моль. При разбавлении раствора серной кислоты в два раза напряжение на оксидной пленке возросло до 14 – 15 В,что говорит об ускорении формирования оксидной пленки.

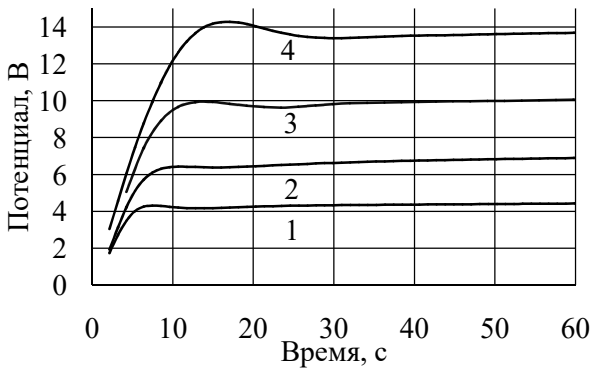
Детальное изучение формирования оксидной пленки велось импедансным методом, который показал, что в зависимости от состава раствора и режима анодирования алюминия и его сплавов могут реализовываться три вида поляризаций: диффузионная; химическая, связанная с формированием оксидной пленки и электрохимическая, обусловленная затрудненным переносом электрона.

Если пленка формируется в серной кислоте 200 г/л самопроизвольно, без анодной поляризации, то лимитирующими стадиями процесса являются диффузионные затруднения с тангенсом угла наклона 27926 Ом·см^2/с (табл. 1). Если мы анодно сформируем оксидную пленку в этом же растворе, то выявляются перенапряжение переноса электрона через границу металл-раствор, перенапряжение формирования оксидной пленки и перенапряжение диффузии (тангенс угла наклона уменьшился). Формирование оксидной пленки привело к большим дефектам в ее кристаллической решетке и лучшей диффузии ионов по ним.



1 – 1 А/дм^2; 2 – 1,5 А/дм^2;
3 – 2 А/дм^2

Рис. 1. Хронопотенциометрические кривые при различных плотностях тока



1 – 40 °С, 200 г/л; 2 – 30 °С, 200 г/л;
3 – 22 °С, 200 г/л; 4 – 22 °С, 100 г/л

Рис. 2. Хронопотенциометрические кривые в зависимости от температуры и концентрации серной кислоты

Таблица 1

Влияние условий формирования оксидной пленки на параметры процесса

Параметры / Условия процесса	$R_{р\text{-}р}$, Ом·см^2	$C_{ДЭС}$, мкФ/см^2	Импеданс Варбурга, Ом·см^2/с	$R_{переноса}$, Ом·см^2
H_2SO_4 200 г/л, без поляризации	0,0031	5,82	27926	-
H_2SO_4 200 г/л, с поляризацией	3,71	1,52	5823	137
H_2SO_4 100 г/л, без поляризации	3	6,99	11600	-
H_2SO_4 100 г/л, с поляризацией	26,43	1,197	11305	187
H_2SO_4 140 мл/л, H_3PO_4 150 мл/л, NH_4HF_2 15 г/л, без поляризации	0,076	62,44	-	1,2
H_2SO_4 140 мл/л, H_3PO_4 150 мл/л, NH_4HF_2 15 г/л, без поляризации	0,1788	39,628	-	1,9

При разбавлении раствора серной кислоты в два раза скорость формирования оксидной пленки увеличилась, а ее растворение замедлилось, поэтому перенапряжения гетерогенной химической реакции и переноса электрона исчезли. Осталось перенапряжение диффузии, тангенс угла наклона составил 11600 Ом·см^2/с. Уменьшение его обусловлено тем, что оксидная пленка обладает большими дефектами, чем если бы она формировалась в более кислом растворе. При оксидировании алюминия в разбавленном растворе серной кислоты за счет наращивания оксидной пленки наряду с перенапряжением диффузии появилось перенапряжение переноса электрона. Тангенс угла наклона почти не изменился.

Иногда при анодировании алюминия используют многокомпонентные растворы, содержащие серную и фосфорную кислоты. При этом на поверхности алюминия образуется смешанная оксидно-фосфатная пленка. В этом случае за счет того, что в формируемой пленке образуются и оксиды, и фосфаты, пленка содержит большее количество дефектов, поэтому диффузионные процессы через пленку протекают быстро и диффузионные затруднения исчезают. Формирование оксидно-фосфатной пленки также происходит быстро, так как произведения растворимости $Al(OH)_3$ $5{,}1\cdot10^{-33}$ и $AlPO_4$ $5{,}7\cdot10^{-19}$. Перенапряжение гетерогенной химической реакции не обнаружено. Поэтому выявляется один вид перенапряжения – перенапряжение переноса электрона через границу металл/раствор.

Библиографический список

1. Никольский, Б.П. Справочник химика, том III / Никольский Б.П., Григоров О.Н., Позин М.Е. – М: «Химия». 1965 г. – 1008 с.

2. Богоявленский, А.Ф. Анодная защита металлов. Доклады 1-й межвузовской конференции (ноябрь, 1961 г. Казань). Под ред. А.Ф. Богоявленского. М.: Машиностроение 1964 г. – 528 с.
3. Юнг Л. Анодные оксидные пленки. Под ред. Л. Н. Закгейма и Л. Л. Одынца. Л.: Энергия, 1967 г. – 231 с.

УДК 544.6.018.4

ДАВЫДОВ А.В., КУПЧИШИН М.В., КУЗНЕЦОВ Е.М., ИВАНОВ И.В., САМАРИН П.Б.

ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОЛИТА ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО ПАЛЛАДИРОВАНИЯ, ПРИГОТОВЛЕННОГО ИЗ МЕТАЛЛА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нанесение покрытий металлами платиновой группы получило широкое распространение в радиоэлектронной и микроэлектронной промышленности благодаря сочетанию уникальных физико-химических свойств. Все металлы обладают высокой микротвёрдостью и износостойкостью, очень высокой коррозионной стойкостью в различных агрессивных средах. Покрытия сохраняют стабильное во времени удельное и переходное сопротивление. Это определило области применения покрытий. Они используются для повышения износостойкости контактов и коммутаторов в устройствах, работающих в различных, порой меняющихся за время эксплуатации, климатических условиях. В таких условиях только покрытия платиновыми металлами и их сплавами могут обеспечить стабильные во времени электрические характеристики [1], [2].

Из шести платиновых металлов практическое применение для нанесения покрытий гальваническим и химическим способом нашли только три: родий, палладий и платина. Иридий, рутений и осмий для нанесения покрытий практически не используются [2].

Покрытия палладием и его сплавами имеют важные преимущества перед родированием и платинированием: палладий в 3-5 раза дешевле родия, плотность его (12,16 г/см^3) значительно меньше плотности платины (21,45 г/см^3), а значит – удельный расход палладия для нанесения покрытия одной и той же толщины будет значительно меньше, чем у платиновых покрытий. Соединения палладия, применяемые при составлении электролитов для нанесения гальванических покрытий, синтезируются гораздо легче, чем соединения других платиноидов. Электролиты гальванического палладирования более устойчивы в работе, чем электролиты родирования. И хотя палладий уступает родию в твёрдости и износостойкости, в ряде случаев палладиевые покрытия являются хорошей альтернативой родиевым и с технологической, и с экономической точек зрения.

Наиболее широкое применение в производственной практике получил аминохлоридный электролит палладирования: он позволяет получать светлые, мелкокристаллические, плотноупакованные покрытия в широком диапазоне концентраций палладия и плотностей тока. Начиная с толщины в 2 мкм покрытия беспористы. Электролит прост в приготовлении и корректировке, для него разработаны простые методики регенерации и очистки от примесей. Специальная оснастка ванн не требуется.

Приготовление аминохлоридных составов ведётся путём растворения готовой соли – $PdCl_2$ – в концентрированном растворе аммиака при нагревании. Полученный раствор комплексной соли корректируют добавкой NH_4Cl, доводят уровень до необходимого и, после химического анализа, приступают к работе. Корректировка ведётся аналогично приготовленным (без хлористого аммония) концентратом комплексной аммиачной соли. Но стоимость 1 г палладия в виде металла более чем вдвое ниже стоимости 1 г металла в виде соли. А ввиду простоты приготовления соли $PdCl_2$ из металла представляет интерес проверка характеристик электролита, полученного из соли, приготовленной в лабораторных условиях.

Перевод металлического палладия (чистота 99,9%) в $PdCl_2$ производили по методике, приведённой в [3]. Приготовление электролита осуществляли по вышеприведённой схеме. В результате получен электролит состава (г/л):

- Pd (в пересчёте на металл) – 37,84
- NH_4Cl – 67,65
- NH_3 – до pH 8,5-9,5.

Для осаждения покрытия использовали образцы из латуни марки Л63. Подготовка поверхности – обезжиривание венской известью и травление в растворе состава H_2SO_4конц. – 1 объём, HNO_3 – 1 объём, NaCl – 5-10 г/л. Для обеспечения адгезии осаждали никелевый подслой из электролита никелирования типа Уоттса. Осаждение вели при трёх плотностях тока – 0,5; 1,0 и 1,5 А/дм^2. Аноды графитовые. Температура комнатная. После нанесения покрытия образцы промывали в уловителе, затем проточной холодной водой и сушили на воздухе.

При визуальном осмотре образцов дефектов покрытия не выявлено, качество соответствует требованиям ГОСТ 9.301-86. Проверка на адгезию методом нагрева согласно ГОСТ 9.302-88 показала хорошее качество сцепления покрытия с основой.

Библиографический список

1. Буркат, Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов / Г.К. Буркат. – СПб.: Политехника, 2009. – 188 с.
2. Хотянович, С.И. Электроосаждение металлов платиновой группы / С.И. Хотянович. – Вильнюс: Мокслас, 1976. – 149 с.
3. Карякин, Ю.В. Чистые химические вещества / Ю.В. Карякин, И.И. Ангелов. – М.: Химия, 1974. – 408 с.

УДК 544.6.018.4

ДАВЫДОВ А.В.,ИВАШКИН Е.Г., ТАРАНЕЦ Р.В., ИВАНОВ И.В., КУЗНЕЦОВ Е.М.

ВЫБОР ЭЛЕКТРОЛИТА НИКЕЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ОСАЖДЕНИЯ ПОДСЛОЯ ПОД ГАЛЬВАНИЧЕСКОЕ СЕРЕБРЕНИЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Благодаря уникальному сочетанию ценных физико-химических характеристик покрытия благородными металлами (в меньшей степени изделия, полностью выполненные из драгоценных металлов) получили широкое распространение в изготовлении деталей микроэлектронной и радиоэлектронной техники. Из восьми благородных металлов для нанесения покрытий гальваническим или химическим способом применяют серебро, золото, родий, палладий и в меньшей степени платину. Рутений, иридий и осмий в качестве покрытий практически не применяются. В свою очередь, наиболее широкое применение получили покрытия серебром и его сплавами.

Серебряные покрытия обладают высокой тепло- и электропроводностью, высокой отражательной способностью, низким переходным сопротивлением и коррозионной стойкостью в щелочных, органических и некоторых других средах. Данный набор определил области применения покрытий: для повышения поверхностной электропроводности токоведущих деталей, например, волноводов; для обеспечения высокой отражательной способности в изделиях оптической промышленности, обеспечение стойкости деталей химической аппаратуры, работающей в агрессивных средах.

Наибольшее распространение получил гальванический способ нанесения покрытий ввиду относительной простоты применяемого оборудования, доступности химикатов для

приготовления электролитов, простоты контроля толщины, возможности получения композиционных покрытий и покрытий сплавами строго определённого состава, а также получения блестящих покрытий, не требующих дополнительной механической обработки

Эталоном качества гальванических серебряных покрытий считаются покрытия, полученные из электролитов на основе цианистых комплексов серебра. На сегодняшний день в производственной практике наиболее часто встречается дицианоаргентатнороданистый и в меньшей степени – синеродистороданистый электролиты.

Основная номенклатура деталей, подвергающихся серебрению, выполнена из меди и её сплавов. В целях обеспечения хорошей адгезии покрытия к основе, выполненной из латуни ЛС59-1 или бронз наносят медный подслой. Но известно [3], что медь склонна к образованию с серебром твёрдых растворов, что значительно снижает электрические и антикоррозионные характеристики покрытия, особенно при низких толщинах. Для предотвращения диффузии меди в серебро применим никелевый подслой, полученный гальваническим либо химическим способом. Для нанесения никелевого подслоя гальваническим способом на предприятиях радиоэлектронной промышленности применим электролит, предусмотренный ОСТ 107.460092.001-86 (состав 1 из таблицы). Недостатком данного состава являются низкие катодные плотности тока, а значит – низкая скорость осаждения покрытий. В качестве альтернативы ему были испытаны составы 2 и 3 из табл. 1.

Таблица 1

Состав исследованных электролитов никелирования

Компонент	Номер электролита		
	1	2	3
	Концентрация, г/л		
$NiSO_4 \cdot 7H2O$	140-200	280-320	200-250
$NiCl_2 \cdot 6H_2O$	-	-	40-60
$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	30-50	-	-
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	50-70	-	-
H_3BO_3	25-30	25-40	25-35
NaCl	5-10	7-20	-
«ЦКН-11»			15-20
«ЦКН-12»	-	-	0,5-1,0
«ЦКН-15»	-	-	2-3
Режим			
$j_к$, А/дм^2	0,5-1,0	0,5-3,5	1-6
pH	4,5-5,5	4,2-5,8	3,8-5,0
t, ^oC	15-25 или 35-45	20-55	45-65

В качестве критерия была выбрана рассеивающая способность при средней величине плотности тока, предусмотренной технологией. Состав электролитов соответствовал рецептуре, указанной в таблице. Температура для составов 1 и 2 комнатная. Для состава 3 – 45-50 °С. Для измерения рассеивающей способности использовалась ячейка Молера согласно ГОСТ 9.309-86.

Результаты приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты эксперимента

Показатель	№ электролита		
	1	2	3
Рассеивающая способность, %	18,32	8,01	12,25

Как видно из табл. 2, наилучшей рассеивающей способностью обладает электролит 1. Поэтому он может быть рекомендован для нанесения никелевого подслоя для деталей относительно сложного профиля.

Библиографический список

1. Мамаев, В.И. Никелирование: учебное пособие. Под ред. В.Н. Кудрявцева. – М.: РХТУ им. Д.И. Менделеева, 2014. – 192 с.
2. Буркат, Г.К. Электроосаждение драгоценных металлов / Г.К. Буркат. – СПб.: Политехника, 2009. – 188 с.
3. Груев, И.Д. Электрохимические покрытия изделий радиоэлектронной аппаратуры / Груев И.Д., Матвеев Н.И., Сергеева Н.Г.. – М.: Радио и связь, 1988. – 304 с., ил.

УДК 539.2

ДЕМАШОВ А.С.

СОВРЕМЕННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ: ОТ КВАНТОВЫХ ЭФФЕКТОВ К ПРАКТИЧЕСКОМУ ПРИМЕНЕНИЮ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Наноматериалы представляют собой класс веществ, обладающих уникальными физическими и химическими свойствами, которые значительно отличаются от их макроскопических аналогов. Эти свойства обусловлены квантовыми эффектами, проявляющимися на наномасштабе. В последние годы исследования в области наноматериалов стали одной из наиболее динамично развивающихся областей науки и техники.

Наноматериалы, такие как квантовые точки, нанопровода и углеродные нанотрубки, демонстрируют уникальные квантовые эффекты, включая квантование энергии и туннелирование. Эти эффекты позволяют создавать материалы с заданными свойствами, что открывает новые возможности для их применения в электронике, оптике и медицине. Например, квантовые точки используются в разработке высокоэффективных солнечных элементов и светодиодов, благодаря их способности излучать свет в узком диапазоне длин волн, что обеспечивает высокую цветовую чистоту устройств [1].

Квантовые точки используются в разработке высокоэффективных солнечных элементов и светодиодов. Их способность излучать свет в узком диапазоне длин волн позволяет создавать устройства с высокой цветовой чистотой. Нанопровода и углеродные нанотрубки применяются в создании высокопрочных композитных материалов и наноэлектроники [2].

Современные методы синтеза наноматериалов включают химическое осаждение из паровой фазы (CVD), соль-гель синтез и методы нанолитографии. Эти методы позволяют контролировать размер, форму и состав наночастиц, что является ключевым для достижения желаемых свойств. Например, с помощью CVD можно создавать углеродные нанотрубки с заданной структурой и свойствами [3].

Для характеристики наноматериалов используются такие методы, как сканирующая туннельная микроскопия (STM), атомно-силовая микроскопия (AFM) и спектроскопия Рамана. Эти методы позволяют исследовать структуру и свойства наноматериалов на атомном уровне, что важно для их дальнейшего применения [4].

Исследования квантовых свойств наноматериалов открывают новые горизонты для развития науки и техники. Понимание и управление этими свойствами позволяет создавать инновационные материалы и устройства, которые могут значительно изменить различные отрасли промышленности.

Библиографический список

1. **Дрекслер, Э.** Машины создания: Грядущая эра ISBN 978-5-699-20989-4.
2. **О'Коннор, К.** Нанотехнология: от научных исследований к промышленному применению / К. О'Коннор. — Москва: Бином. Лаборатория знаний, 2012. — 280 с.

3. **Полежаев, Ю. М.** Введение в нанотехнологию / Ю. М. Полежаев. — Москва: Физматлит, 2006. — 240 с.
4. **Ратнер, М. А.** Нанотехнология: наука и приложения / М. А. Ратнер, С. Р. С. Рао. — Москва: Мир, 2005. — 352 с.

УДК 661.179

ЗАГУРДАЕВА Е.С., СИДЯГИН А.А.

ПОДБОР АППАРАТА ДЛЯ СМЕШЕНИЯ ЭМУЛЬСИЙ С ТВЕРДЫМИ КОМПОНЕНТАМИ

Нижегородский государственный технический университет им.Р.Е.Алексеева

Процесс смешивания является одной из основных операций подготовки сырья перед дальнейшей переработкой. Совместно, собственно со смешиванием, могут происходить операции измельчения, увлажнения (смачивания), грануляции, уплотнения, деаэрации и др. В состав смесей может входить различное число компонентов, соотношение которых по массе может существенно различаться (в десятки и сотни раз).Основная цель процесса – достижение равномерного распределения компонентов в получаемом полуфабрикате или продукте. От качества процесса смешивания напрямую зависят показатели полученной смеси и способность ее к дальнейшей переработке или хранению.

Так как свойства смешиваемых компонентов могут существенно отличаться, в химической промышленности в настоящее время, используются различные типы смесителей, которые по заданной рецептуре обеспечивают смешение компонентов в различном агрегатном состоянии и с различной степенью дисперсности до получения практически однородной массы.

Проведен анализ различных конструкций смесителей для смешивания эмульсии с твердыми компонентами широкого диапазона фракционного состава. Анализ показал, что многочисленные конструкции смесителей могут быть разделены на три основные группы:

1) смесители с вращающимся корпусом – барабанные;
2) циркуляционные смесители интенсивного действия – с одновременной работой высокоскоростной мешалки и вращающегося корпуса;
3) смесители с вращающимися лопастями различной формы – ленточные, лопастные, роторные, шнековые.

Смесители барабанного типа отличаются формой корпуса и его расположением по отношению к оси вращения, но все они являются тихоходными, циркуляция смешиваемого материала в них мало интенсивна и продолжительность смешивания значительна. Поэтому барабанные смесители вытесняются аппаратами более интенсивного действия.

Смесители интенсивного действия высокоэффективны, но требуют установки отдельных приводов на перемешивающее устройство и корпус. Наличие вращающегося корпуса не позволяет установить рубашку для поддержания оптимальных температурных условий проведения процесса.

Смесители с лопастями выполняют с корытообразным корпусом и плоскими торцовыми стенками. Вдоль корпуса через боковые стенкипроходит один или несколько приводных валов, на которых смонтированы лопасти, шнеки, винтовые ленты. Вращение валов может осуществляться как в одну, так и в разные стороны. Такие смесителиснизу могут быть снабжены рубашками для нагрева или охлаждения перемешиваемой массы, а сверхусъемными крышками со штуцерами для подачи дополнительных компонентов и для вакуумного отсоса, что позволяет вести в них одновременно подсушку и перемешивание увлажненных материалов. При обработке пожароопасных материалов в крышках могут устанавливаться

дренчеры для распыливания воды при возгорании смеси. Наконец смесители такого типа наилучшим образом позволяют осуществлять контроль за расходом дозируемых компонентов, автоматически поддерживать основные режимные параметры по заданному алгоритму и обеспечивают безопасную работу оборудования.

Проведя сравнительную оценку показателей смесителей разных конструкций установлено, что для поставленной задачи наиболее удачным решением будет использование двухвалкового лопастного смесителя.

УДК 621.357

ЗАСЕЦКИЙ И.В., ИВАШКИН Е.Г.

НАНЕСЕНИЕ ГАЛЬВАНИЧЕСКИХ ПОКРЫТИЙ С МЕЖОПЕРАЦИОННОЙ ПАЙКОЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные тенденции в радиоэлектронной промышленности связаны с миниатюризацией и снижением массы изделий за счет применения новых конструкционных материалов. Замена латунных корпусов на алюминиевые позволила сократить вес приборов почти вдвое. Однако внедрение алюминия потребовало пересмотра технологических процессов, отладка которых продолжается до настоящего времени. Одной из ключевых проблем является образование дефектов при нанесении многослойного гальванического покрытия с межоперационной пайкой. После нанесения первого слоя гальванической меди выполняется пайка, а затем повторное меднение, в ходе которого наблюдаются значительные дефекты: непрокрытия и черные пятна [1]. Это обусловливает необходимость модификации метода для упрощения процесса и устранения дефектов, осложняющих производство.

Теоретические исследования показали, что основная причина дефектов может заключаться в контактном осаждении меди из сернокислого электролита меднения [2,3]. Серия экспериментов подтвердила непригодность сернокислого электролита для данной операции, несмотря на существующие методы коррекции дефектов. Дальнейшие исследования были сосредоточены на пирофосфатном электролите, который продемонстрировал значительно лучшую кроющую способность. Хотя позднее выявилась проблема слабой адгезии покрытия, работа с пирофосфатным электролитом продолжается.

Модификация технологии нанесения гальванического покрытия позволяет сократить производственные расходы. В частности, достигнуто снижение расхода меди на металлизацию на 20–30%, уменьшена степень участия специалиста-гальваника и исключено использование токсичных материалов, таких как ртуть, которая ранее применялась для предотвращения отслоения покрытия при температурных перепадах во время пайки.

Таким образом, теоретически и экспериментально подтверждена возможность модификации процесса многослойной гальванической металлизации с межоперационной пайкой. Пирофосфатный электролит меднения показал более высокую кроющую способность по сравнению со стандартным сернокислым электролитом. Однако для полноценного внедрения технологии требуются дополнительные исследования, направленные на улучшение адгезии покрытия.

Библиографический список

1.Жиликов, В. П. Особенности коррозии паяных соединений / В. П. Жиликов, В. С. Рыльников // Коррозия: материалы, защита. – 2012. – № 7. – С. 7-9. – EDN PAZTWD.

2.ГОСТ 9.305-84. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методы контроля.

3. ГОСТ 63193-1-2015 Системы оценки качества. Часть 1. Регистрация и анализ дефектов печатных узлов. – Введ. 2016-08-01.

УДК 66.095.26

ИГОШИНА В.И., ШИРШИН К.К.

ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ СИНТЕЗА ПОЛИМЕТИЛМЕТАКРИЛАТА МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Полимерные композитные материалы на основе полиметилметакрилата (ПММА) давно и весьма успешно применяются в различных областях медицины, в частности, в стоматологии. Получаемые полимерные композиции на основе ПММА и его сополимеров имеют множество уникальных свойств: экономичность, относительная простота получения, высокая удельная площадь поверхности, высокие показатели поверхностной адсорбции. Более того, существует возможность прогнозирования и, как следствие, варьирования физико-механических свойств конечного продукта ещё на стадии синтеза первичного полимера.

Медицинские материалы на основе ПММА можно разделить на группы по способу отверждения, а именно: горячего и холодного отверждения, отверждения светом и/или микроволновым излучением. Независимо от сферы применения, получаемый порошок ПММА включает в себя непосредственно микросферы ПММА и/или его сополимеры, инициатор полимеризации и различные добавки. Для успешного отверждения в большинстве случаев применяется смесь жидкого метакрилового мономера и сшивающего агента. Наиболее важными характеристиками таких микросфер являются средний размер частиц, концентрация остаточного инициатора, чистота полимера и молекулярная масса.

Данная работа посвящена поиску наиболее оптимального варианта синтеза ПММА и сополимеров на его основе с заданными характеристиками, с возможностью его дальнейшего применения в различных областях ортопедической стоматологии.

Микросферы ПММА и получали суспензионной полимеризацией ММА в воде в присутствии инициатора дибензоилпероксида (БПО) и диспергатора. В реактор загружали расчетные количества дистиллированной воды и диспергатора, содержимое реактора перемешивали и включали нагрев. При достижении 30–50°С загружали заранее приготовленную смесь ММА с инициатором и продолжали нагрев до 80°С. Массовое соотношение H_2O : ММА составляло 3 : 1. Реакционную массу выдерживали в течение 4 ч при 80°С со скоростью перемешивания 140–1300 об/мин (для различных экспериментов). По окончании полимеризации полученный полимер промывали водой и сушили до тех пор, пока его содержание не превышало 0,5 мас.%. Выход ПММА составлял не менее 85 мас.% в каждом эксперименте.

В данной работе исследовали два диспергатора принципиально разных типов для определения общих закономерностей технологического процесса: полимерную кислоту и основание щёлочноземельного металла. Природа данных агентов не оказывает серьёзного влияния на молекулярную массу ПММА или средний размер частиц, но имеет сильное воздействие на цветность конечного продукта. Причиной загрязнения ПММА является наличие остатков диспергатораи/или продуктов его нейтрализации на его поверхности, т.к. использование любых добавок кислотного или основного типа приводит к необходимости проведения стадии нейтрализации, а затем и промывки получаемого ПММА от образованных солей. Таким образом, многоступенчатая (около 10 циклов) промывка ПММА является единственным способом очистки полимера.

В процессе выполнения данной работы было получено положительное заключение о возможности применения синтезированных авторами образцов полиметилметакрилата и его сополимеров в базисных самоотверждаемых материалах.

УДК 669.248

КАРПУХИНА М.В., РОГОЖИН В.В., ТАРАНЕЦ Р.В., АНАНЬЕВА Е.Ю.

ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА РЕЖИМА РАБОТЫ РАСТВОРОВ ХИМИЧЕСКОГО НИКЕЛИРОВАНИЯ НА ОСНОВЕ АМИНОБОРАНОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Никель-борные покрытия, нанесенные химическим способом, нашли широкое применение в электронной технике и приборостроении, в качестве функциональных покрытий, придающих поверхности специальные свойства: твердость, износостойкость, способность к пайке, магнитные и оптические свойства.

Никель-борные покрытия наносятся из растворов химического никелирования с борсодержащими восстановителями, такими как борогидриды и аминобораны. При этом в последнем варианте процесс можно вести в широком диапазоне pH (от 3 до 12), при пониженной температуре (до 40 – 60 ℃). Покрытия самопроизвольно осаждаются на традиционно каталитически неактивные основы без использования дорогой палладиевой активации. Однако, главным недостатком растворов с аминоборанами является очень высокая стоимость самого восстановителя (до 270 тыс. руб. за 1 кг).

Химическое осаждение никель-борного покрытия подчиняется электрохимическому механизму, по которому восстановитель тратится на протекание полезных реакций осаждения никеля и бора и побочную реакцию гидролиза аминоборана.

Эффективность расходования восстановителя, в нашем случае диметиламин-борана (ДМАБ), на «полезные» и побочные процессы определяется с помощью коэффициента использования.

Он определяется отношением расхода ДМАБ на полезные реакции осаждения сплава, рассчитанному по массе полученного покрытия, к общему расходу восстановителя, определенному с помощью йодометрического титрования. Повышение коэффициента использования ДМАБ и повышение скорости процесса позволит существенно повлиять на рентабельность данной технологии.

Нами определены изменения скоростей покрытия, общего расхода диметиламинборана, коэффициента полезного использования и себестоимости покрытия толщиной 1 мкм площадью 1 $м^2$ при разных температурах в слабощелочном аммиачно-цитратном и слабокислом ацетатном растворах.

Установлено, что при увеличении температуры растворов от 60 до 90 ℃ общий расход восстановителя увеличился: в аммиачно-цитратном – на 2,16 г/л (на 43,2 %), в ацетатном растворе на 1,96 г/л (на 65,3 %).

В аммиачно-цитратном растворе при увеличении температуры от 60 ℃ до 90 ℃ коэффициент использования уменьшился от 69,3 % до 50,33 %. В ацетатном растворе обратная зависимость: при увеличении температуры никелирования от 60 ℃ до 90 ℃ коэффициент полезного использования ДМАБ увеличился с 40,1 % до 65,3 %.

Таким образом, при увеличении температуры осаждения возрастает расход дорогого восстановителя, который в основном определяет стоимость покрытия. Но в ацетатном растворе увеличивается доля расхода его на полезные процессы осаждения никеля и бора, а в аммиачно-цитратном растет доля его расхода на гидролиз.

В результате стоимость никель-борного покрытия в обоих случаях уменьшалась при росте температуры: для ацетатного раствора стоимость снизилась на 12 593 рубля за 1 мкм на 1 $м^2$ поверхности, а для аммиачно-цитратного – на 2 341 рубль за 1 мкм на 1 $м^2$ поверхности. То есть оптимизация технологических параметров по pH, составу растворов и температуре позволяет существенно повлиять на технико-экономические показатели процесса химического никелирования с использованием ДМАБ.

УДК 614.8

КОВРИЖНЫХ Е.А.

БЕЗОПАСНОСТЬ НЕФТЕХРАНИЛИЩ: АНАЛИЗ РИСКОВ И ПОСЛЕДСТВИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях основополагающей задачей промышленных предприятий становится обеспечение безопасности сотрудников и минимизация рисков возникновения аварий, связанных с техногенными и природными факторами. Около 75 % всех аварий техногенного характера связаны с пожарами и взрывами. В связи с тем, что объемы производства и использования горючих веществ ежегодно увеличиваются, крайне важно обладать глубокими знаниями об их свойствах, уметь точно оценивать их пожароопасность и применять количественные методы предотвращения возгораний. Всё это служит основой для создания эффективных инженерных решений в области пожарной безопасности промышленных объектов. Чаще всего при горении участвуют нефть и её производные [1].

На сегодняшний день нефтехранилища и резервуары для топлива преимущественно выполняются в форме цилиндров. Они классифицируются по различным признакам: по размещению (надземные, подземные и полуподземные), по материалу (металлические и железобетонные), а также по типу крышки – с плавающей или стационарной конструкцией.

Процесс горения представляет собой сложную и плохо управляемую реакцию окисления, которая сопровождается химическими преобразованиями, выделением тепловой энергии и свечением. Основными условиями для возникновения горения являются наличие кислорода и горючей газовой смеси [2].

Внутри резервуара горение нефтепродуктов часто начинается с химического взрыва. После того как образуются отверстия в стенках резервуара, через которые топливо выходит наружу, воспламенение приобретает устойчивый характер и продолжается с открытым пламенем.

Развитие пожара внутри резервуара может вызвать следующие негативные эффекты:

- нагрев как жидкой, так и газообразной фаз нефти, что способно привести к взрыву в замкнутом пространстве;
- закипание жидкой фазы с образованием паровых пузырей, увеличение объема нефти и выделение горячих паров;
- выброс горящего топлива на расстояния до 150 метров из-за разницы температур и давления между резервуаром и внешней средой.

Пожары на объектах хранения нефти распространяются очень быстро, особенно при ветреной погоде, что делает возможным перекидывание огня на соседние резервуары [3].

Как правило, пожар в резервуаре проходит три стадии:

- начальная стадия — от момента воспламенения до охвата огнем большей части объема топлива. Обычно продолжается 10–20 минут;
- стадия активного горения — когда сгорает более 70 % нефтепродукта при температуре до 1200–1250°C;
- стадия затухания — от начала снижения температуры до полного выгорания топлива либо искусственного прекращения процесса.

На объектах хранения и переработки нефти пожар развивается поэтапно: сначала охватывает один резервуар, затем может распространиться на соседние.

Пожары на таких объектах наносят значительный экологический ущерб. Продукты сгорания поднимаются в атмосферу, загрязняя воздух, а затем оседают на землю, что приводит к загрязнению обширных территорий. Дым оказывает воздействие как на атмосферу, так и на почву на больших площадях [4].

Библиографический список

1. Радченко, Ю.С. Оценка последствий аварий на автозаправочных станциях // Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология, 2008.
2. Масленников, Д.А. Об особенностях моделирования излучения при пожарах /Масленников Д.А., Катаева Л.Ю., Белоцерковская И.Е. // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2012. № 2 (95). С.66–75.
3. Катаева, Л.Ю. Методы решения задач естествознания учебное пособие для студентов технических специальностей / Катаева Л. Ю., Крайзлер М.Б., Савченко А. В. // Федеральное агентство по образованию, Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. Нижний Новгород, 2007.
4. Катаева, Л.Ю. Анализ динамических процессов аварийных ситуаций природного и техногенного характера: докт. физ.-мат. наук. Нижний Новгород: НГТУ им. Р. Е. Алексеева, 2009.

УДК 66.088

КОЗНОВ П.А., ЯКОВЛЕВ О.И.,ТИТОВ Е.Ю.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ СИНТЕЗ САЖИ ДЛЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Глобальный переход к возобновляемым источникам энергии, развитие электромобильного и беспилотного транспорта, расширение применения портативной электроники стимулируют инновации в области производства литий-ионных, твердотельных и других типов аккумуляторов. Разработка новых материалов для повышения энергоемкости и снижение стоимости аккумуляторов становятся ключевой задачей для обеспечения устойчивого развития отрасли. Одной из важнейших задач является увеличение электропроводности и снижение массы катодного материала, что способствует улучшению эксплуатационных характеристик аккумуляторов и их конкурентоспособности.

Традиционные методы (печной, ацетиленовый, термическое разложение) производства сажи требуют высоких температур процесса, приводят к высокой зольности сажи и не позволяют точно контролировать структуру получаемых материалов. В отличие от термических методов, плазменные технологии основаны на энергетическом возбуждении молекул и генерации активных частиц. В условиях воздействия низкотемпературной плазмы температура электронов достигает 4000 К, тогда как температура реакционной среды остается близкой к комнатной, что обеспечивает энергоэффективностьи позволяет контролировать состав продуктов.

Плазмохимический пиролиз углеводородного сырья (рис. 1) приводит к образованию водорода, ацетилена, этилена, легких углеводородов и углеродных структур. Оптимизация состава сырья и технологических режимов позволяет проводить плазмохимический синтез саж с заданными свойствами [1]. В процессе плазменного пиролиза бензола при 700 Вобразуются углеродные структуры и газообразные продукты (водород (72%мол.) и ацетилен (21%мол.)). Выход сажи достигает 35% масс при конверсии бензола 5,23 % масс (за 45 минут). Синтезируемая сажа характеризуется высокой удельной поверхностью по методу БЭТ (300 м²/г) и исключительно низкой зольностью (менее 0,001% масс.), что значительно превосходит показатели сажи, полученной традиционными термическими методами (зольность до 1,6%) [2].

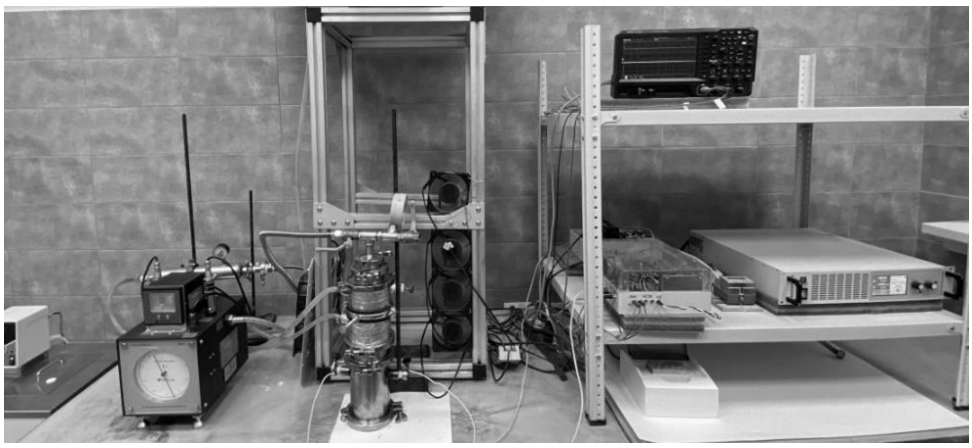


Рис. 1. Установка плазмохимического пиролиза углеводородного сырья

Библиографический список

1. Bodrikov I. V., Ivanova A.G., Vasiliev A. L. et al. Influence of low-voltage discharge energy on the morphology of carbon nanostructures in induced benzene transformation // RSC Advances. 2021. Vol. 11. P. 39428–39437.
2. Ann Y. Watson, Peter A. Valberg Carbon Black and Soot: Two Different Substances // American Industrial Hygiene Association . 2001. Vol. 62. P. 218-228.

УДК 544.6.018.4

ВАСИН Е.Н., КУЗНЕЦОВ Е.М., САВЛИНОВА И.А., ДАВЫДОВ А.В., КУПЧИШИН М.В.

ОБ УЛУЧШЕНИИ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДИЦИАНОАРГЕНТАТНОРОДАНИСТОГО ЭЛЕКТРОЛИТА ГАЛЬВАНИЧЕСКОГО СЕРЕБРЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Покрытия серебром и его сплавами благодаря высокой электропроводности, отражательной способности, антикоррозионным свойствам и красивому внешнему виду находят широкое применение в радиоэлектронной и электротехнической промышленности, изготовлении оптических приборов и химических реакторов, а также в ювелирном деле. Общепризнанным эталоном качества являются покрытия, полученные из электролитов на основе цианистых комплексов серебра: цианистом (содержащем свободные цианиды натрия или калия), железистосинеродистом, синеродистороданистом и дицианоаргентатнороданистом. Ввиду высокой токсичности первого состава и затруднений анодного процесса во втором электролите широкое распространение на производстве получили синеродистороданистый и дицианоаргентатнороданистый составы со значительным преобладанием последнего.

Данные составы обладают рядом достоинств: позволяют работать в широком диапазоне плотностей тока, осаждать как покрытия из чистого серебра (>99% металла), так и сплавы серебра с металлами и неметаллами, получать блестящие покрытия непосредственно в процессе электролиза, не требующие дополнительной механической обработки. Электролиты устойчивы в работе в течение длительного периода эксплуатации, обладают высокой рассеивающей способностью. Но электролиты рецептуры ГОСТ 9.305-84 и ОСТ 107.460092.001-86 обладают относительно низкой кроющей способностью. Так, в пределах рекомендованного интервала плотностей тока (1-2 А/дм^2) и более низких значений покрытие на всей поверхности даже плоских латунных образцов зачастую возможно получить только на плотностях тока, близких к максимальной. В остальных случаях для осаждения покрытия на всей по-

верхности необходимо дать кратковременный «толчок» тока, иначе на образце будут присутствовать непрокрытия. На сложнопрофильных деталях толчок тока малоэффективен ввиду значительной неравномерности распределения тока по поверхности детали. И глубокие отверстия, различные углубления покрытия не будут иметь вообще. В этом случае образуется гальванопара серебро-основа из медных сплавов, что снижает коррозионную стойкость детали и узла в целом.

Для нивелирования этого негативного явления предложено вводить в электролит серебро в виде комплекса $K_3[Ag(SCN)_4]$ в строго контролируемой доле от общего количества серебра, находящегося в электролите. Разряжаясь при более положительных потенциалах, роданистый комплекс позволяет нанести покрытие даже при низких плотностях тока.

УДК 547.422.22–31

ЛЕПЕНЬКИНА М. В., БОДРИКОВ И. В.

ПРОИЗВОДСТВО ОКИСИ ЭТИЛЕНА НА СЕРЕБРЯНОМ КАТАЛИЗАТОРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Процесс производства окиси этилена (C_2H_4O), который является важным промежуточным продуктом в нефтехимической промышленности, используется для синтеза таких продуктов, как этиленгликоли, полиэтилен, окись этилена, и других химикатов. Окись этилена является исходным веществом для производства антифризов, синтетических масел, и пластмасс. Один из наиболее эффективных методов получения окиси этилена – это окисление этилена кислородом в присутствии серебряного катализатора [1]. Этот процесс, известный как процесс синтеза окиси этилена на серебре, является ключевым этапом в производстве полимеров и других нефтехимических продуктов.

Процесс окисления этилена в окись этилена проводится при высоких температурах (240-300°C) и давлениях (1–3 МПа) в присутствии серебряного катализатора, который обеспечивает высокую активность и селективность реакции [2]. Серебро является уникальным катализатором для этого процесса, так как оно эффективно активирует молекулы кислорода, обеспечивая высокую скорость реакции, при этом минимизируя образование побочных продуктов, таких как углекислый газ и водяной пар.

Одной из проблем традиционного процесса является низкая селективность реакции, что приводит к образованию побочных продуктов и снижению выхода окиси этилена. Для повышения эффективности процесса проводятся исследования по оптимизации условий реакции, улучшению характеристик серебряных катализаторов и уменьшению их деградации. Важно отметить, что серебро как катализатор также подвергается изменениям структуры и химических свойств в процессе эксплуатации, что требует регулярной регенерации катализатора и точного контроля за параметрами процесса.

В ходе исследования был проведен анализ различных типов серебряных катализаторов и условий реакции окисления этилена. В результате было установлено, что использование серебра с добавками, такими как магний или цирконий, способствует улучшению стабильности катализатора и увеличивает выход окиси этилена до 90% при сравнительно низких температурах [3].

Библиографический список

1. **Зимаков, П.В.** Окись этилена / П.В. Зимаков, О. Н. Дымент, Н. А Богословский – М.: Химия, 1967. – 320 с

2. **Савельев, А. П**. Процесс производства окиси этилена на серебряном катализаторе: достижения и проблемы / А. П. Савельев, Е. М. Попов, О. В. Лысенко // Нефтехимия. – 2021. – № 6. – С. 215–223.

3. **Dhawan, S. R.** Silver Catalysts in Ethylene Oxide Production /S. RDhawan, K. L. V.Jayaram// Journal of Catalysis. – 2018. – № 358. – С. 12–22

УДК 544

МАСЕНКО А.А., ОЖОГИН С.А., ОЖОГИНА О.Р.

ИССЛЕДОВАНИЕ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ КРАСИТЕЛЯ ИНДИГОКАРМИНА

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

Часто в текстильной промышленности используют красители, имеющие сложную структуру. При выборе эффективного метода их удаления из сточных вод необходимо это учитывать. Ионообменные смолы нашли широкое применение при очистке стоков от химических загрязнений разной природы в том числе и красителей.

Задачей научной работы стал подбор анионита для очистки сточных вод, содержащих краситель синего цвета – индигокармин. Исследовали аниониты марок АН-31, АВ-17, Токем 400, Токем 900. Для проведения эксперимента навеску анионита помещали в термостатированный реактор с раствором красителя. Начальная концентрация красителя в растворе составляла 100 мг/л, навеска анионита составляла 1 г. Через установленные промежутки времени отбирали пробы раствора для определения изменения концентрации красителя методом фотоколориметрии (КФК-2МП) на соответствующих полосах поглощения красителей в видимой области спектра. По полученным данным были построены выходные кривые, по которым рассчитали скорость процесса и емкость анионита. Результаты опытов представлены в табл.1.

Таблица 1

Опытные данные

Марка анионита	Емкость мг/г	Скорость мг/мин
АН-31	10	2,5
АВ-17	9,7	2,4
Токем 400	9	2
Токем 900	8,8	1,7

Максимальные значения скорости процесса и емкости анионита наблюдаются при использовании анионита марки АН-31. Исследования показали возможность проведения очистки воды от красителя индигокармина с применением анионитов.

УДК 66.011

НОВОЖИЛОВА М.С., БАЖАН Л.И.

РАЗРАБОТКА МЕРОПРИЯТИЙ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ СЖИЖЕНИЯ ЭТИЛЕНА НА ПЕРИОД ОСТАНОВА РЕАКТОРА ПОЛИМЕРИЗАЦИИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

Разработаны мероприятия по дополнительному сжижению этилена при плановом останове на чистку одного из реакторов полимеризации этилена.

С использованием программного обеспечения AspenHYSYS и AspenEDR разработана технологическая модель этиленового холодильного цикла и этиленохранилища, проведен расчет технологического оборудования.

Предложена новая технологическая линия, позволяющая выводить в этиленохранилище (склад) 11,41 т/ч жидкого этилена (рис. 1). Предусмотрен отвод части потока этилена с нагнетания 4-й ступени компрессора С 4001 и организация конденсации отведенного потока в новом теплообменнике Е-1, дросселирование (VLV-1), сепарирование (F-1, при этом газовый поток этилена направляется на всас 3 ступени компрессора этилена(С-4001) и охлаждение в существующем холодильнике жидкого этилена Е-4805 при условии замены изотермы этилена. Конденсация этилена в теплообменнике Е-1 должна обеспечиваться холодом пропилена изотермы минус 40°С с применением новой внешней пропиленовой холодильной установки для обеспечения отвода тепловой нагрузки в первом теплообменнике Е-1 в количестве 1,391 Гкал/ч.

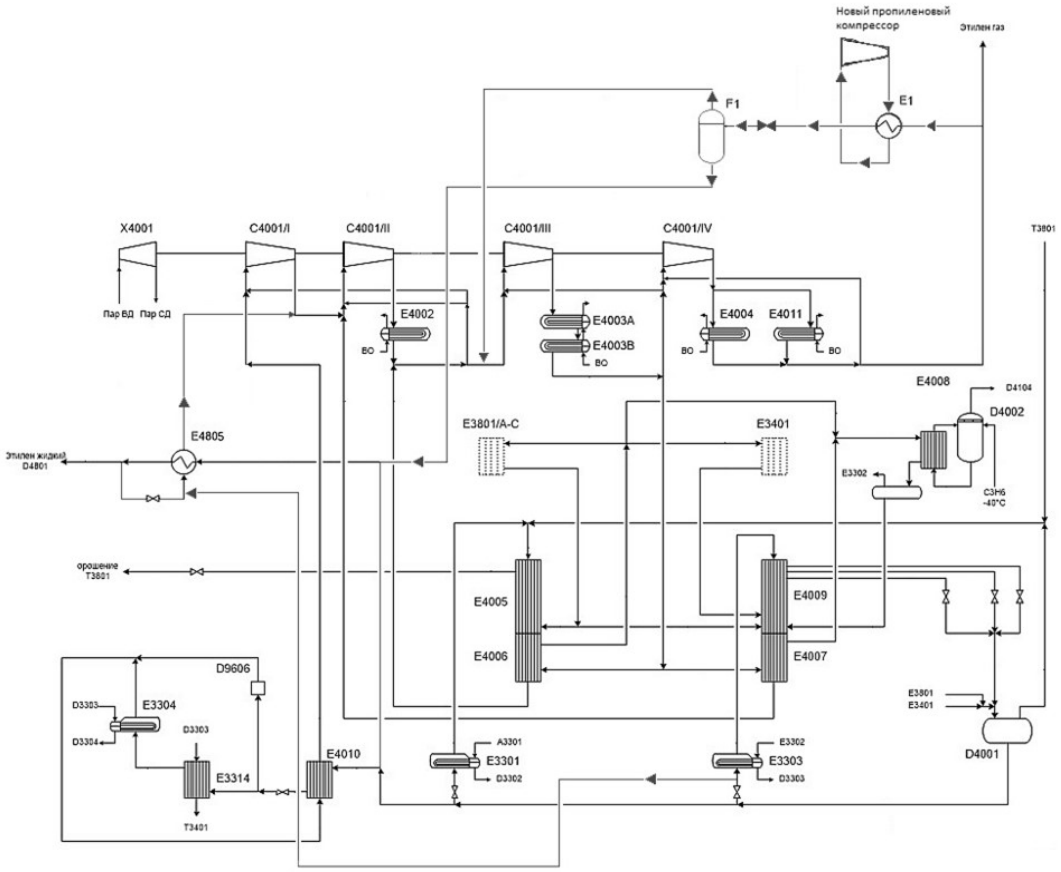


Рис. 1. Принципиальная схема новой технологической линии по отводу жидкого этилена на склад

УДК 631.5:633.854.78

ПАЛЯЗОВА Я. З., КАРРИЕВА Р. Б.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РАСТВОРОВ СОЛИ БИШОФИТА($MgCL_2$•$6H_2O$) НА УРОЖАЙНОСТЬ ПОДСОЛНЕЧНИКА

Туркменский сельскохозяйственный институт

Удобрения играют важную роль в выращивании здоровых растений в сельском хозяйстве. Результаты многочисленных исследований, проведенных к настоящему времени, подтверждают, что использование органических удобрений в сочетании с минеральными дает лучшие результаты. В сельском хозяйстве подсолнечник, отличающийся производством высококачественного масла, также имеет высокую потребность в органических и неорганических удобрениях.

Одним из основных требований при выращивании подсолнечника в почвенно-погодных условиях Туркменистана является правильное и полное установление его режима удобрений. Подсолнечник считается фитомелиорантной культурой, способной произрастать на почвах Дашогузского велаята Туркменистана с разным уровнем засоления и давать обильные урожаи. По этой причине в целях снижения засоления почв и предотвращения вторичного засоления почв налажен посев подсолнечника и солеустойчивых культур кормовых культур.

В Туркменском сельскохозяйственном институте, расположенном в Дашогузском велаяте Туркменистана, проводятся различные виды научно-исследовательской работы в этой области. Иными словами, влияние органических удобрений на повышение урожайности подсолнечника, особенно на повышение его масличности, тщательно изучается на научной основе путем регулярных полевых экспериментов.

Наряду с минеральными удобрениями микроэлементы считаются незаменимыми удобрениями для растений. Сегодня соль бишофита, содержащая хлорид магния, также широко применяется в сельском хозяйстве. Минерал бишофит относится к классу галогенидов и содержит в своем составе соль хлорида магния ($MgCl_2 \cdot 6H_2O$). Минерал бишофит в настоящее время широко используется в качестве сырья в различных областях медицины, металлургии, промышленности, сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности. В научных исследованиях, проведенных в Туркменском сельскохозяйственном институте, на научной основе изучено влияние минерального водного раствора бишофита на урожайность и показатель маслянистости гибрида подсолнечника «Санлука». Исследования проводились в полевых условиях на умеренно засоленных почвах. Готовили 2,0%, 4,0% и 6,0% водный раствор минералов бишофита плотностью 1,30-1,32 т/м^3 и обрабатывали этим раствором семена подсолнечника перед посадкой.

Для сравнения в опытном варианте также высаживали рассаду, не обработанную каким-либо препаратом. Затем посадка была завершена. Было показано, что он увеличивает синеву и синеву солнечных сосудов.

Изучено также влияние минеральных водных растворов бишофитов различного процентного содержания на высоту подсолнечника, диаметр корзинки, массу 1000 семян.

То есть 4,0%-й водный раствор минерала бишофита показал хороший результат при высоких указанных показателях. Высота стебля подсолнечника составила 1,90 см, диаметр корзинки 24,6 см, масса 1000 семян 71 грамм в варианте с применением 4,0% минерального раствора бишофита. Эти значения составили 1,76 см, 19 см и 65,4 грамма соответственно в контрольном варианте. 4,0%-й водный раствор минерала бишофита использовали в качестве внекорневой подкормки 3 раза за период роста подсолнечника (количество рабочего раствора 250-300 л/га). Первый раз вносили, когда у подсолнечника появилось 3-4 настоящих листа, второй раз, когда начали формироваться корзинки, третий раз, когда опали желтые лепестки корзинок.

В результате это оказало большое влияние на увеличение урожайности подсолнечника в период интенсивного роста и, в частности, на повышение устойчивости подсолнечника к инфекционным заболеваниям. При использовании 4,0% водного раствора минерала бишофит в качестве регулярной внекорневой подкормки рассады подсолнечника перед посадкой и в период роста были получены следующие результаты:

- увеличился метаболизм растения и активность аскорбиновой кислоты в проводящих тканях;
- в тех корзинках увеличивалась скорость опыления и оплодотворения, уменьшалось число пустых семян и увеличивалось число плодородных семян;
- содержание подсолнечного масла увеличилось на 5,3% по сравнению с контрольным вариантом;
- урожайность подсолнечного масла с поля, засеянного гибридом «Санлука» из 1 подсолнечника, составила 935 кг.

Так, гибрид подсолнечника «Санлука», предназначенный для производства масла, был посажен в умеренно засоленной почве Дашогузского велаята, а при внесении в качестве удобрения 2,0%, 4,0% и 6,0% водного раствора минерала бишофита по всем показателям среди вариантов Ан. водный раствор бишофита показал высокие результаты. Количество семян подсолнечника, зараженных мучнистой росой, было выше на контрольном варианте подсолнечника. Это доказывает, что минерал бишофит также важен для повышения устойчивости подсолнечника к болезням.

Библиографический список

1. Абдуллаев, И. Н., etal. Совершенствование технологических методов при устройстве фундаментов глубокого заложения // Scientificprogress 3.1 (2022): 526-532.
2. Бочковой, А.Д. О перспективах крупноплодных форм среди сорто-образцов масличного подсолнечника / Бочковой А.Д. Пивненко О.В. // Масличные культуры. Науч.-тех. бюл. ВНИИМК. – 2008. – Вып. I (138) - с.15-19.
3. Бочковой, А.Д. Новые гибриды подсолнечника // Российские семена. – 1993. – Вып. I. - с.15-32.

УДК 669.38

ПАРАМОНОВА М.А., БАЧАЕВ А.А., ТАРАНЕЦ Р.В.

ВЛИЯНИЕ СОСТАВА ЭЛЕКТРОЛИТА НА СВОЙСТВА ГАЛЬВАНИЧЕСКИ ПОЛУЧАЕМОГО МЕДНОГО SUBMOUNTS

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Предпочтительным материалом для монтажа диодных модулей является медь благодаря ее высокой электропроводности, что минимизирует потери сигнала и искажения, и теплопроводности, что позволяет эффективно рассеивать тепло, выделяемое во время работы. Это свойство особенно важно в полупроводниковых устройствах, где отвод тепла необходим для безотказной работы кристалла.

Чтобы получить равномерный, мелкокристалличный, чистый и имеющий минимальную напряженность слой с хорошей адгезией необходимо оптимизировать состав электролита, из которого будет наносится медь, и режимы ведения процесса.

Сернокислый электролит имеет простой и доступный состав, высокие выхода по току и стабильность в работе, но низкую рассеивающую способность (РС). Базовый сернокислый электролит содержит: $CuSO_4$, H_2SO_4, NaCl.

Проблему с низкой РС можно решить введением добавок: ингибирующих (И), выравнивающих (В) и блескообразующих (Б).

Из результатов поляризационных исследований следует, что для базового электролита допустимый рабочий диапазон плотностей тока находится в пределах 1 – 2,5 А/дм^2, при введении перемешивания диапазон увеличивается до 2,5 – 6 А/дм^2 вследствие снижения концентрационных ограничений, что важно для низкоконцентрированных электролитов. Величина тангенса угла наклона поляризационной кривой, что характеризует затруднение процесса, составила – 0,086.

Для визуального определения качества покрытий проводились исследования на ячейке Хулла. В этом электролите без перемешивания получались светлые матовые покрытия при плотностях тока до 2 А/дм^2.

Для изучения возможности получать равномерные покрытия в базовом электролите определялась РС, с использованием щелевой ячейки. Величина РС составила 21 %, что является неудовлетворительным для получения необходимого качества покрытия.

Для увеличения РС можно использовать электролит с пониженной концентрацией медного купороса. Из поляризационных исследований определили допустимый рабочий диапазон плотностей тока, который составил 0,5 – 1,5 А/дм^2 из-за выросших концентрационных ограничений, и при перемешивании 1,5 – 3,5 А/дм^2. Величина тангенса угла наклона поляризационной кривой для электролита с пониженной концентрацией самая большая – 0,112, поэтому и РС должно быть выше других вариантов. Покрытие получилось светлое матовое до 1 А/дм^2 и величина РС электролита – 64 %.

Для увеличения РС можно использовать добавки. При введении добавок И, В и Б увеличивается допустимый диапазон плотностей тока до 1 – 3,5 А/дм^2, при перемешивании до 1,5 – 7,5 А/дм^2, увеличивается величина тангенса угла наклона поляризационной кривой – 0,108, что свидетельствует об увеличении поляризуемости, а следовательно, и РС. До 1 А/дм^2 покрытие получилось блестящее и РС электролита – 35 %. Но эта величина все еще не является удовлетворительной.

Для оптимизации величины РС электролита, увеличения плотности тока и определения остальных заявленных требований к слою представляет интерес электролит с пониженной концентрацией Cu^{2+}.

УДК 662.76:66.011

РАВОДЕЕВА П.С., БАЖАН Л.И.

ПОЛУЧЕНИЕ ВОДОРОДА ИЗ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПЛАСТОВЫХ УСЛОВИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Водород находит применение в различных сферах химической технологии в качестве сырья для получения аммиака, для гидрирования непредельных соединений, для гидроочистки и гидрокрекинга нефтяных фракций и нефтепродуктов.

В последние годы водород привлекает всё большее внимание как альтернативный, безуглеродный, источник энергии Использование водорода в качестве моторного топлива может стать решением экологического вопроса глобального потепления и выбросов парниковых газов.

Водород может быть получен различными способами, основное различие которых состоит в энергозатратности, чистоте продуктов, а также количестве выделяемых парниковых газов. Получение водорода из углеводородного сырья является достаточно эффективным [1].

Разработка новых, а также модернизация традиционных способов получения водорода является основной задачей водородной энергетики.

В работах [2, 3] предложен новый инновационный метод получения водорода *in situ* в пластах газовых месторождений на основании проведенных экспериментальных исследований при различных температурах и давлении в автоклавных реакторах периодического и проточного типа в статическом и динамическом режимах и установках для моделирования процесса внутрипластового горения углеводородов – трубах горения (ТГ), с газообразным (метан), жидким (нефть) и твердым (нефтяной кокс) углеводородным сырьем. Выявлена зависимость выхода водорода от типа пористой среды и выбора устойчивого к отравлению серосодержащими соединениями и коксованию катализатора.

Найдено, что температура 350°С недостаточна для получения водорода из метана, значительные превращения метана с образованием водорода в результате парового риформинга возможны при нагреве активной зоны резервуара до 450°С и выше.

При 900°С выход водорода составляет 42,3%, при повышении температуры до 1400°С выход водорода достигает 64,4%, что объясняется интенсификацией процесса парового риформинга и параллельно идущего термического крекинга метана.

Перспективность получения водорода методом подземного (insitu) парового риформинга метана подтверждена также методами численного моделирования с использованием симулятора CMGSTARS, при этом разработанная численная модель используемой экспериментальной установки ТГ представляет собой комплексную модель целевого газового пласта.

Библиографический список

1. Navarro, R.M. Hydrogen production reactions from carbon feedstocks: Fossil fuels and biomass / R.M Navarro, M.A. Peña, J.L.G. Fierro // Chem. Rev. 2007. Vol. 107. No. 10. pp. 3952-3991.
2. Афанасьев, П.А. Экспериментальное исследование генерации водорода из углеводородов в пластовых условиях / П.А. Афанасьев. дисс. канд. техн. наук:– «Сколковский институт науки и технологий», 2023. – 176с. защищена 13.06.2024: / Афанасьев Павел Аркадьевич. – Сколково, Сколтех, 2024.
3. Мухина, Е.Д. Экспериментальное исследование процессов синтеза водорода в условиях пластов месторождений природного газа / Е.Д. Мухина, П.А. Афанасьев, А.З. Мухаметдинова, А.Г. Аскарова, Е.Ю. Попов, А.Н. Черемисин. – Георесурсы. 2024. Т. 26. №1. С. 145-153.

УДК 628.477.6

РОМАНОВ С.В., МОЧАЛОВ Г.М., КОРНЕВ Р.А.

УТИЛИЗАЦИЯ НЕКОНДИЦИОННОГО ТЕТРАХЛОРИДА КРЕМНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время тетрахлорид кремния является основным побочным продуктом в процессе синтеза трихлорсилана (Сименс-процесс) и силана по реакции диспропорционирования трихлорсилана. В связи с этим проблема утилизации тетрахлорида кремния является актуальной в сфере получения материалов для электронной техники.

Среди известных методов утилизации наиболее распространены гидролиз водой с получением аэросила или спиртами с получением алкоксисиланов. Оба способа сопровождаются выделением коррозионно-активной соляной кислоты технического качества с ограниченной применимостью. Следующий известный способ утилизации связан с окислением тетрахлорида кремния водородом с получением оптического кварца. При реализации этого варианта выделяется хлор в массовом соотношении с оксидом кремния 3:1, что создает определенные экологические проблемы. Наиболее привлекательные методы утилизации тетрахлорида кремния связаны с гидрированием его до хлорсиланов и кремния. Гидрирование осуществляют водородом при высокой температуре до кремния, хлорида водорода и хлорсиланов. Основным недостатком метода являются высокие энергозатраты, поскольку процесс протекает при температуре свыше 700^{o}С и повышенном давлении.

Прикаталитическом гидрировании тетрахлорида кремния с использованием кремния, активированного интерметаллическими соединениями IV и VIII групп, медью,никелем, рутением, а также металлами платиновой группы [1]. Основной недостаток метода заключается в плохой воспроизводимости активности каталитической системы, что приводит к высокой доле брака при активации кремния.

В настоящей работе выбрано плазмохимичекое гидрирования тетрахлорида кремния. Для реализации метода нужен лишь тетрахлорид кремния и водород. Экспериментально ис-

следовано влияние мощности плазменного генератора, давления и соотношения концентраций тетрахлорида кремния к водороду на состав продукта гидрирования. Установлено, что в зависимости от условий гидрирования возможно получения трихлорсилана с высоким выходом или кремния. Получающийся сухой хлористый водород может быть использован в микроэлектронике в качестве травящего газа.

Исследовано поведение примесей, содержащихся в тетрахлориде кремния, в процессе гидрирования в плазме. Установлено, что в плазме происходит модификация примесей, которая в ряде случаев приводит к очистке получаемых веществ.

Работа выполнена в рамках государственного задания в области научной деятельности (тема №FSWE-2022-0008).

1. Иванов, В.М. Применение способов гидрирования тетрахлорида кремния в технологии производства поликремния / В.М. Иванов, Ю.В. Трубицин // Материалы электронной техники. – 2010. - №4 – С. 10-13.

УДК 66.081

СЕРКИНА Е.И., УСАНОВ А.А., ТИТОВ Е.Ю., НУРЕЕВ М.Р.

СИНТЕЗ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОГО СОРБЕНТА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ХЛОРИДА ЛИТИЯ ИЗ ВЫСОКОМИНЕРАЛИЗОВАННЫХ РАССОЛОВ

[1]Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
[2]ООО “Нижегороднефтегазпроект”

В условиях глобального перехода к низкоуглеродной экономике и стремительного роста спроса на литий, обусловленного развитием электротранспорта и возобновляемой энергетики, разработка эффективных технологий извлечения лития из природных источников приобретает стратегическое значение. Традиционные методы выделения лития из высокоминерализованных рассолов, основанные на солнечном выпаривании в испарительных прудах, требующих значительных площадей, применимы преимущественно в странах «Литиевого треугольника» с аридным климатом. Однако данные технологии непригодны для регионов с резко континентальным климатом, таких как Сибирский, Северо-Западный и Дальневосточный федеральные округа Российской Федерации [1]. Для выделения солей лития не зависимо от климатических условий необходима разработка высокоэффективных сорбционных материалов. Перспективным подходом является применение сорбентов на основе двойных гидроксидов алюминия и лития, которые обеспечивают высокую селективность и эффективность извлечения лития даже при высокой минерализации растворов и наличии конкурирующих ионов, таких как натрий, калий и магний.

В настоящей работе представлены результаты синтеза сорбента на основе двойных гидроксидов алюминия и лития. Определены физико-химические характеристики сорбента и его сорбционные свойства на модельном рассоле, содержащий хлорид лития. Проведено сравнение характеристик и свойств синтезируемого сорбента и коммерческой марки. Фотографии сорбентов приведены на рис. 1.

Результаты исследований свидетельствуют, что разработанный сорбент обладает физико-химическими и сорбционными характеристиками, сопоставимыми с промышленным аналогом. На основании полученных данных, можно сделать вывод, что разработанный сорбент обладает высоким потенциалом для внедрения в отечественную промышленность в качестве эффективной альтернативы импортным сорбентам.

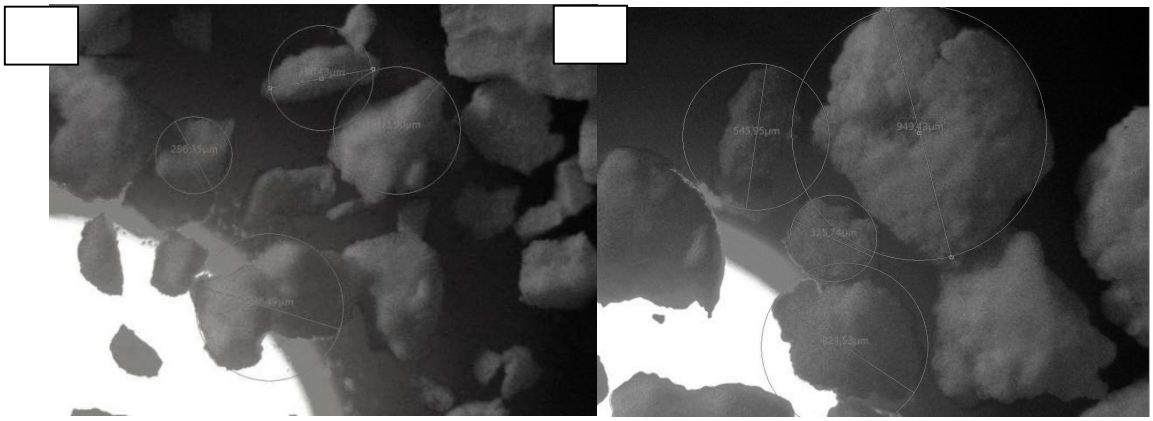


Рис.1. Фотографии гранул синтезируемого сорбента (А) и коммерческого аналога (Б)

1.Коцупало, Н.П. Разработка технологий переработки горнорудного и гидроминерального литиеносного сырья. Научные основы получения селективного сорбента лития / Н.П.Коцупало, А.П.Немудрый // Химия в интересах устойчивого развития 2021 г. №3

УДК 665.658.62

СЕРОВА Е.С., БОДРИКОВА Е.Р.,ТИТОВ Е.Ю.

ОКИСЛИТЕЛЬНОЕ ОБЕССЕРИВАНИЕ ТЯЖЕЛОГО ВЫСОКОСЕРНИСТОГО ВАКУУМНОГО ГАЗОЙЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ежегодное глобальное потребление судового топлива достигает 300 млн тонн. Высокосернистое топливо с содержанием серы 0,5-3,5 %масс. составляет около 26% от мирового рынка [1]. Международной морской организацией установлено ограничение содержания серы в бункерном топливе 0,1 % масс. с 2025 года. В связи с новыми требованиями становится актуальной разработка эффективного метода обессеривания тяжелых высокосернистых фракций нефти.

Окислительное обессеривание с использованием перекиси водорода является перспективным методом сероочистки тяжелых нефтепродуктов. Процесс очистки вакуумных фракций проводится при температуре от 30 до 80°С и атмосферном давлении. Высокоэффективными катализаторами окислительного обессеривания являются соединения молибдена. Пероксокомплексы молибдена селективно окисляют органические серосодержащие соединения. Однако молибденсодержащие катализаторы сложно выделяются из реакционной среды в связи с их высокой растворимостью в водном растворе пероксида водорода, что приводит к потере катализатора и увеличению экономических затрат. Одним из возможных решений проблемы выделений катализатора из реакционной среды является использование углеродных носителей, модифицированных соединениями молибдена.

В работе исследовано влияние соотношения окислитель:сера:катализатор на эффективность обессеривания вакуумного газойля. В качестве катализаторов использовались соединения молибдена и соединения молибдена на углеродном носителе [2]. Каталитическая система апробирована для сероочистки вакуумного газойля с содержанием серы 1,512 % масс., плотностью при 20°С 0,907 г/см^3, кинематической вязкостью при 50°С 22,4 мм^2/с.

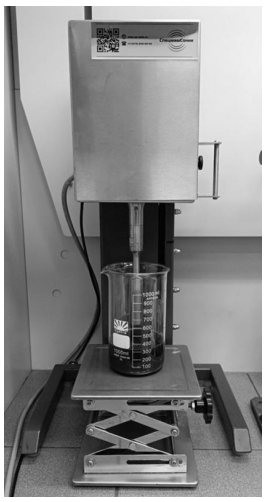




Рис.1. Окислительное обессеривание вакуумного газойля: *а)* установка обессеривания с ультразвуковым диспергатором; *б)* сырье и очищенный нефтепродукт

Процесс окисления проводился в течение 3 минут при температуре 60°С с использованием ультразвукового диспергирования (рис. 1, *а*). В результате окисления с последующей экстракцией содержание серы в вакуумном газойле снизилось в 1,3-2 раза при выходе сероочищенного продукта 71,3—80,5 %масс (рис. 1, *б*).

Библиографическийсписок

1. Ershov, M.A. Technological Potential Analysis and Vacant Technology Forecasting in Properties and Composition of Low-Sulfur Marine Fuel Oil (VLSFO and ULSFO) Bunkered in Key World Ports / Savelenko, V.D., Makhmudova, A.E., Rekhletskaya, E.S., Makhova, U.A., Kapustin, V.M., Mukhina, D.Y., Abdellatief, T.M.M. // Journal of Marine Science and Engineering 2022, 10, 1828.

2. Bodrikov, I.V.Influence of low-voltage discharge energy on the morphology of carbon nanostructures in induced benzene transformation / Ivanova, A.G., Vasiliev, A.L., Titov, E.Yu., Titov, D.Yu., Serov, A.I. // RSC Advances 2021, 11, 39428.

УДК 621.382

СТЕПАНОВА И.В., ОРЛОВ Л.К.

ИССЛЕДОВАНИЕ И РАЗРАБОТКА ЭЛЕМЕНТОВ ХРАНЕНИЯ НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИКОВ (FeRAM) ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭНЕРГОНЕЗАВИСИМОЙ ПАМЯТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Связи с интенсивным развитием информационных технологий, мобильных устройств и приложений с выходом в интернет накладывает на элементы памяти определенные критерии. Данная память должна быть многофункциональной и обладать рядом свойств: энергонезависимость, высокое быстродействие и большая плотность записи. Сегнетоэлектрические материалы являются перспективным направлением, так как сочетают в себе все перечисленные свойства. Их эффективность обусловлена особенностью вольт-кулоновской характеристикой емкости сегнетоэлектрика. Наличие двух стабильных состояний в независимом конденсаторе при нулевом напряжение обеспечивает применение энергонезависимой памяти с произвольным доступом.

Из широкого перечня сегнетоэлектриков для исследования были выбраны пленки оксида гафния (HfO_2). На сегнетоэлектрические свойства оказывают влияние следующие факторы: легирующие материалы и их концентрация; толщина пленок и условия их формирования; материал и толщина электродов; наличие, материал и толщина вспомогательных слоев между электродами и сегнетоэлектриком; условия термической обработки. Исходя из этого, одной из первых задач данной выпускной квалификационной работы является: исследование характеристик сегнетоэлектрических слоев и сегнетоэлектрических конденсаторов на основе HfO_2.

В результате литературного поиска было выяснено, что для регулирования остаточной поляризации в диапазоне 10 – 45 мкКл/см^2 используют примеси Si, Al, Z [1]. Слои HfO_2 формируются методом атомно-слоевого осаждения и оптимальная толщина слоев HfO_2 составляет 10 нм. Для формирования электродов обычно используют TiN, Mo, W толщиной 2-100 нм [2].

В настоящий момент существует различные модели ячеек памяти на основе сегнетоэлектрических конденсаторов. Наиболее распространенной является ячейка памяти (1T-1C), состоящая из полевого МОП транзистора и последовательно соединенного конденсатора с сегнетоэлектрической пленкой. Существенным минусом данной ячейки памяти является разрушающий метод считывания сохраненных данных, что приводит к изменению поляризации и требует перезаписи.

В данной работе разрабатывается ячейка памяти с расположением элемента памяти над затвором. Такой способ организации ячейки памяти способствует неразрушающему чтению, так считывание происходит с помощью тока стока. Изменение состояния поляризации сегнетоэлектрика приводит к модуляции поверхностного потенциала полупроводника и соответственно к открытию или закрытию проводящего канала. Такое моделирование наиболее выгодно, с точки зрения, миниатюризации ячейки памяти.

В рамках данной выпускной квалификационной работы изготовлены экспериментальные ячейки памяти с различными геометрическими параметрами. Ведутся работы по определению электрофизических параметров для выявления зависимости емкости транзистора от размера элемента хранения.

Библиографический список

1. Hoffmann, M.Stabilizing the ferroelectric phase in doped hafnium oxide / M. Hoffmann [et al.] //J. Appl. Phys. – 2015. – V.118, N. 7. – P. 72006.
2. Kim, S.J. Ferroelectric Hf0.5Zr0.5O2 Thin Films: A Review of Recent Advances /S.J. Kim [et all.] //Journal of the Minerals, Metals & Materials Society. – 2019. – V.71. – P. 246-255.

УДК665.64

ТКАЧЕВА М.П., ШИРОКОВ Д.А., АЛЫЕВА А.Б.

ОПТИМИЗАЦИЯ УСТАНОВКИ КАТАЛИТИЧЕСКОГО РИФОРМИНГА С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Каталитический риформинг – процесс переработки прямогонных фракций бензина в ароматический концентрат, используемый для выделения индивидуальных компонентов, используемых в качестве высокооктановых добавок к товарному бензину и сырья для нефтехимии. Ароматический рынок углеводородов был оценен в 21,22 млрд долларов США в 2023 году и, как ожидается, достигнет 43,82 млрд долларов к 2031 году, а совокупный среднегодовой темп роста будет составлять 6,72% в период с 2024 по 2031 год [1].

Лёгкость переработки бензиновых фракций определяется соотношением количества парафинов, нафтенов и ароматических углеводородов в сырье. Чем выше содержание нафте-

новых углеводородов, тем выше показатель легкости риформинга [2]. Кубовый продукт деизогексанизации(ДИГ) характеризуется высоким количеством нафтеновых углеводородов С6+ наиболее склонных к образованию ароматических углеводородов. Также в данном продукте содержатся низкие количества парафиновых углеводородов C_{6+} которые обладают большей статистической вероятностью к изомеризации чем к гидрокрекингу и алкилциклопентанов поддерживающие стабильно высокое качество катализата. По данным [3], кубовый остаток колонны ДИГ содержит в себе метилциклопентан, метилциклогексан и значительное количество фракций C_{6-7}, а именно нафтеновых (78-80%), что является целевым сырьем для каталитического риформинга.

В данной работе объектом исследования стала установка каталитического риформинга ЛФ-35/21-1000 ООО ««ЛУКОЙЛ-Нижегороднефтеоргсинтез»» г. Кстово. Было предположено, что введение кубового остатка колонны ДИГ позволит увеличить выход риформата, так как нафтены наиболее легко превращаются в ароматические соединения, повышая октановое число риформата при более низких температурах.Для обоснования целесообразности введения в сырьё риформинга кубового остатка колонны ДИГ были использованы теоретические источники, база патентов и моделирование с применением программного комплекса.Выявлено, что введение кубового остатка колонны ДИГ снизило рабочую температуру риформинга и повысило выход риформата. Однако, побочным эффектом предлагаемой модернизации стало повышение доли бензола в получаемом риформате. Это объясняется тем, что кубовый продукт содержит в себе значительную часть циклогексана, полностью переходящего в бензол.

Эффективность процесса каталитического риформинга на прямую влияет на экономические показатели предприятия и его способность конкурировать на рынке нефтехимической промышленности. Введение кубового остатка колонны ДИГ в сырьё риформинга не только позволит снизить затраты на производство получаемого риформата, но и уменьшить нагрузку на печи, за счет снижения рабочей температуры на входе в реактор. Снижение себестоимости производимого риформата даст возможность российским предприятиям повысить глубину переработки нефти, а также конкурировать на внешнем рынке.

Библиографический список

1. Рынок ароматического углеводорода по продукту, по применению, по географии, конкурентной среде и прогнозу https://www.marketresearchintellect.com/ru/product/global-aromatic-hydrocarbon-sales-market/

2. Мейерс, Р. А. Основные процессы нефтепереработки // Справочник: пер. с англ./под ред. ОФ Глаголевой, ОП Лыкова, СПб: ЦОП «Профессия.» – 2011.

3. Фаизов, А. Р. и др. Совершенствование технологии разделения продуктов изомеризации // Нефтегазовое дело. – 2014. – Т. 12. – №. 4. – С. 76-89.

УДК 66.088

УДАЛОВ А.А., ТИТОВ Е.Ю.

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ ЗАМЕСТИТЕЛЯ В АРОМАТИЧЕСКОМ КОЛЬЦЕ НА СОСТАВ ПРОДУКТОВ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО ПИРОЛИЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях возрастающего спроса на углеродные наноматериалы (УНМ), такие как графен, углеродные нанотрубки, фуллерены и углеродные нановолокна, актуализируется потребность в разработке экономически эффективных методов их синтеза. Уникальные физико-химические свойства УНМ, включая высокую механическую прочность, электро- и теп-

лопроводность, химическую стабильность и низкую плотность, способствуют их широкому внедрению в различные отрасли промышленности [1-3].

Плазмохимический пиролиз, особенно в условиях низкотемпературной плазмы, представляет собой перспективный метод синтеза УНМ. Генерируемые в плазме активные частицы (радикалы, ионы, электроны) обеспечивают эффективное разрушение прочных ароматических связей, включая связи в полициклических ароматических углеводородах (ПАУ), которые обладают высокой устойчивостью к традиционным методам термической обработки [4]. В рамках настоящего исследования был проведён плазмохимический пиролиз ряда ароматических соединений, включая бензол, толуол, а также м-, о- и п-ксилолы (табл. 1). В результате экспериментальных работ выявлено, что при воздействии низкотемпературной плазмой на бензол и его производные, образуется наноразмерный углерод, газообразные продукты и полиароматические смолы. В ряду толуол, м-ксилол, о-ксилол, п-ксилол, бензол происходит рост конверсии сырья. При плазмохимическом пиролизе бензола наблюдается наименьшая доля твердых продуктов. При воздействии низкотемпературной плазмы на толуол в большей мере образуется наноразмерный углерод (94,24%).

Таблица 1

Результаты экспериментальных данных

	М-КСИЛОЛ	П-КСИЛОЛ	О-КСИЛОЛ	ТОЛУОЛ	БЕНЗОЛ
Конверсия по сырью, %масс	2,48	3,09	2,56	1,71	5,41
Доля твердых продуктов, %масс	37,44	37,65	30,50	94,24	26,52

Библиографический список

1. Steve Park, Michael Vosguerichian, Zhenan Bao A review of fabrication and applications of carbon nanotube film-based flexible electronics // Nanoscale. - 2013. - №5. - С. 1727–1752.
2. Schwierz, F. Graphene transistors. // Nature Nanotech. - 2010. - №5. - С. 487–496.
3. Farooque Ahmed Janjhi, Dahar Janwery, Imamdin Chandio, Sami Ullah, Faisal Rehman, Ayaz Ali Memon, Jabir Hakami,Firoz Khan,Grzegorz Boczkaj, Khalid Hussain Thebo Recent Advances in Graphene Oxide-Based Membranes for Heavy Metal Ions Separation // Chem Bio Eng Reviews. - 2022. - № 9, Issue 6. - С. 574-590.
4. Yawar Abbas, Wenjing Lu, Huixing Dai, Xindi Fu, Rong Ye, Hongtao Wang Remediation of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) contaminated soil with double dielectric barrier discharge plasma technology: Influencing parameters // Chemical Engineering Journal. - 2020. - №394. - С. 124858.

УДК 66.081

УСАНОВ А.А., СЕРКИНА Е.И., ТИТОВ Е.Ю., НУРЕЕВ М.Р.

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ХЛОРИДА ЛИТИЯ ИЗ РАССОЛА МЕТОДОМ DLE

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

В настоящее время значительно вырос спрос на карбонат лития, обусловленный развитием аккумуляторных технологий. Существенная часть мировых запасов лития сосредоточена в природных рассолах. Эффективное извлечение солей лития из многокомпонентных высокоминерализованных рассолов является технологически сложной задачей [1]. Сорбционный метод выделения хлоридов лития из воды с использованием литий-селективных неор-

ганических сорбентов (метод DLE, Direct Lithium Extraction) считается одним из наиболее перспективных подходов и активно разрабатывается ведущими компаниями. В мире реализуются десятки пилотных проектов, но промышленные установки DLE пока находятся в стадии апробации и масштабирования.

Целью настоящей работы является оценка эффективности извлечения хлорида лития из модельного рассола с применением коммерческого литий-селективного сорбента на пилотной установке с загрузкой 3 кг. Исследуется ключевая стадия технологии DLE – сорбция. От ее эффективности зависит эффективность и коммерческая привлекательность всей технологии. На сегодняшний день поиск и испытания сорбентов являются наиболее важными задачами для развития DLE-технологий, поскольку в Российской Федерации отсутствует выпуск собственных марок коммерческих литий-селективных сорбентов. Для оценки эффективности сорбента использовался модельный рассол, имитирующий состав подземных вод одного из перспективных российских месторождений с концентрацией Li+ ~100 мг/л. Процесс извлечения хлорида лития включал три стадии: сорбция, промывка, десорбция. Для определения количественного состава растворов на всех стадиях применялась эмиссионная спектроскопия с индуктивно связанной плазмой (ICP OES).

На стадии сорбции извлечено 99,29 % Li^+ и концентрация в растворе на выходе из сорбционной колонны составила <1 мг/л. Сопутствующие ионы (Na^+, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+}) в небольших количествах задерживались на поверхности сорбента, но большая часть оставалась в растворе. Для удаления сопутствующих ионов после стадии сорбции сорбент промывали холодной дистиллированной водой. Десорбция хлорида лития с поверхности сорбента проводилась тёплой дистиллированной водой. В результате десорбции получен раствор с концентрацией Li^+ ~80 мг/л.

Анализ содержания солей в исходном растворе и после десорбции показывает, что концентрация Ca^{2+} снизилась в 265 раз, Mg^{2+} в 117 раз, Na^+ более чем в 200 раз, K^+ примерно в 17 раз, в то время как концентрация Li^+ осталась на уровне 80 % от исходного значения.

Высокая степень извлечения хлорида лития и низкое содержание примесных ионов в первичном элюате подтверждают эффективность стадии сорбции в технологии DLE с использованием коммерческого сорбента. Технология DLE обладает потенциалом для адаптации к переработке подземных рассолов на месторождениях Российской Федерации, включая труднодоступные регионы с ограниченной инфраструктурой.

Зелинская Е. В. Исследование процессов извлечения ионов лития из предельно насыщенных пластовых рассолов / Е. В. Зелинская, Е. Г. Филатова, А. Ю. Хамаганова, Е. И. Каненкин // Обогащение руд. — 2024. — № 1. — С. 10–15. — DOI: 10.17580/or.2024.01.02.

УДК 621.357

ФУРМАН В.О., ЗАСЕЦКИЙ И.В., ИВАШКИН Е.Г.

ПОВЫШЕНИЕ УСТАЛОСТНОЙ СТОЙКОСТИ ПАЯНЫХ ЗАПЛАТ ПУТЕМ МОДИФИКАЦИИ ПОВЕРХНОСТИ ГАЛЬВАНИЧЕСКИМ ПОКРЫТИЕМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ремонт насосных, компрессорных, охлаждающих и других систем, подвергающихся многоцикловым нагрузкам, часто требует устранения локальных дефектов. Полная замена деталей с незначительными повреждениями экономически нецелесообразна, однако традиционные методы ремонта, такие как пайка, сварка или установка заплат, не всегда обеспечивают достаточную структурную прочность и устойчивость к циклическим нагрузкам. Это приводит к снижению срока службы отремонтированных участков и увеличению эксплуата-

ционных расходов. В связи с этим актуальной задачей является разработка методов повышения усталостной стойкости ремонтных соединений, в частности, путем модификации поверхности заплат гальваническими покрытиями.

Проблема повышения усталостной стойкости ремонтных соединений активно изучается в современной науке. Исследования в области модификации поверхности металлов гальваническими покрытиями показали, что такие покрытия способны улучшать механические свойства материалов, включая износостойкость, твердость и коррозионную стойкость [1, 2]. Например, нанесение никелевых или хромовых покрытий может увеличить твердость поверхности на 20–40% и улучшить износостойкость на 30–50% [3, 4]. Однако применение гальванических покрытий для повышения усталостной стойкости паяных соединений изучено недостаточно. Большинство исследований сосредоточено на традиционных методах нанесения покрытий, таких как гальванизация в ваннах с электролитом, что ограничивает их применение в труднодоступных местах [5].

Для достижения поставленной цели планируется провести серию экспериментов, включающих нанесение гальванических покрытий на поверхность паяных заплат методом электронатирания, проведение механических вибрационных испытаний для оценки усталостной стойкости и микроструктурный анализ образцов до и после испытаний. Метод электронатирания, в отличие от традиционной гальванизации, позволяет наносить покрытия локально, что особенно важно для ремонта труднодоступных участков. Исследования показывают, что электронатирание позволяет наносить покрытия толщиной от 10 до 100 мкм с точностью до 95% в труднодоступных местах, а адгезия таких покрытий достигает 80–90% от показателей традиционной гальванизации [6, 7].

Предварительные исследования показали, что нанесение гальванических покрытий методом электронатирания позволяет улучшить механические свойства паяных соединений. В частности, наблюдается увеличение твердости поверхности и снижение скорости образования усталостных трещин. Исследования в области ремонта трубопроводов демонстрируют, что использование гальванических заплат может увеличить срок службы отремонтированных участков на 30–40% [8]. Кроме того, применение гальванических покрытий может увеличить усталостную прочность паяных соединений на 15–25% в зависимости от типа покрытия и условий эксплуатации [9].

Экономический эффект от использования гальванических покрытий также значителен. Стоимость ремонта с использованием гальванических заплат на 20–30% ниже, чем полная замена деталей, а снижение эксплуатационных расходов оценивается в 15–25% в год [10]. Однако для подтверждения этих результатов необходимы дополнительные эксперименты, включающие длительные вибрационные испытания и анализ микроструктуры.

Таким образом, теоретически и экспериментально подтверждено, что повышение срока службы паяных заплат путем модификации поверхности гальваническими покрытиями возможно. Метод электронатирания демонстрирует высокую эффективность для локального нанесения покрытий, что особенно важно для ремонта труднодоступных участков. Результаты работы могут быть использованы для разработки новых технологий ремонта деталей, подвергающихся многоцикловым нагрузкам, что позволит снизить эксплуатационные расходы в различных отраслях промышленности. Однако для окончательного подтверждения эффективности метода требуются дальнейшие исследования.

Библиографический список

1.Иванов, А.А. Гальванические покрытия: теория и практика / Иванов А.А., Петров В.В. – М.: Наука, 2018. – 320 с.

2. Smith J., Brown R. Fatigue resistance of galvanically coated steel joints // Journal of Materials Science. – 2020. – Vol. 55. – P. 1234–1245.

3. Lee H., Kim S. Advanced methods of electroplating for industrial applications // Surface Engineering. – 2019. – Vol. 35. – P. 567–578.

4. Johnson M., Williams T. Localized electroplating by brush plating technique // Materials & Design. – 2021. – Vol. 200. – P. 109456.
5. ГОСТ 9.305-84. Покрытия металлические и неметаллические неорганические. Методыконтроля.
6. Patel R., Gupta S. Brush plating: A review of recent advancements // Surface and Coatings Technology. – 2022. – Vol. 430. – P. 128000.
7. Kumar A., Singh V. Adhesion and wear resistance of brush-plated coatings // Wear. – 2021. – Vol. 476. – P. 203654.
8. Thompson L., Harris P. Repair of pipelines using galvanic patches // Journal of Pipeline Engineering. – 2020. – Vol. 19. – P. 45–52.
9. Zhang Y., Wang X. Fatigue life enhancement of soldered joints using galvanic coatings // International Journal of Fatigue. – 2021. – Vol. 142. – P. 105950.
10. Industrial Repair and Maintenance Cost Analysis // Report by Global Market Insights, 2023.

УДК 66.088

ШИРОКОВ Д.А., ТИТОВ Д.Ю., МАРТЫНОВ А.А., ТИТОВ Е.Ю.

ПЛАЗМОХИМИЧЕСКИЙ АКВАТЕРМОЛИЗ МАЗУТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЗЕЛЕНОГО ВОДОРОДА И АЦЕТИЛЕНА

Нижегородскийгосударственныйтехническийуниверситетим.Р.Е.Алексеева

Глобальный рост потребности в энергоносителях обуславливает повышенный спрос на углеводородные ресурсы, запасы которых сокращаются в условиях интенсивного использования традиционных источников. В качестве альтернативного сырья для производства нефтехимической продукции рассматривается использование нефтяных песков и битумной нефти. Однако их сложный химический состав, включающий смолы, асфальтены, гетероатомные и металлоорганические соединения, препятствует эффективной переработке, так как вызывает дезактивацию катализаторов и требует создания жестких условий для проведения процессов переработки. Метод плазмохимического акватермолиза тяжелых нефтепродуктов является перспективным направлением для получения ценных газообразных продуктов (водород, ацетилен, этилен и другие).

В настоящем исследовании приведены результаты плазмохимического акватермолиза мазута с содержанием воды 20%масс. при напряжении источника постоянного тока 700 В и времени 100 минут. Для обеспечения однородного распределения молекул воды в мазуте и формирования стабильной эмульсии использовалось ультразвуковое диспергирование, что способствовало максимальному вовлечению воды в процессе пиролиза. Процесс акватермолиза реализовывался на лабораторном стенде, включающий плазмохимический реактор, систему управления, источник постоянного тока, осциллограф, обратный холодильник и систему сбора газов [1].

Добавление воды в качестве допирующего компонента привело к значительномуувеличению выхода водорода и ацетилена с 1,8 до 4,4%масс. и с 24,1 до 37,4%масс. соответственно. Наличие молекул воды в мазуте при плазмохимическом пиролизе способствует снижению твердой фазы в кубовых остатках и повышению доли газообразных продуктов. Введение допирующего компонента позволяет сместить равновесие в сторону образования газообразных продуктов. Установлено, что при достижении концентрации твердых продуктов в кубовых остатках до 25%масс. происходит повышение проводимости реакционной среды в зоне реакции. Введение воды позволяет повысить конверсию по мазуту с снижением энергозатрат на проведение процесса. Разработанная технология может стать альтернативным решением для получения ценных газообразных продуктов из тяжелого углеводородного сырья в условиях дефицита традиционных ресурсов, способствуя устойчивому развитию

нефтехимической отрасли.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда 24-23-00351, https://rscf.ru/project/24-23-00351/.

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 66.088

ЯКОВЛЕВ О.И., ТИТОВ Е.Ю., КОЗНОВ П.А., СЕРОВА Е.С.

ТЕХНОЛОГИЯ ПЛАЗМОХИМИЧЕСКОГО СИНТЕЗА ВОДОРОДА И МОНОМЕРОВ

Нижегородскийгосударственныйтехническийуниверситетим.Р.Е.Алексеева

В условиях активного роста мировых рынков актуально устойчивое обеспечение производств нефтехимическим сырьем. Традиционные методы производства мономеров и водорода проводятся при высоких температурах 800-1200 °С, поддерживаемых за счет сжигания углеводородного сырья, и связаны с высокими выбросами углекислого газа. Одним из перспективных направлений развития методов получения нефтехимического сырья является плазмохимический пиролиз. Основным преимуществом низкотемпературных плазменных процессов является возможность проведения химических реакций при комнатной температуре в реакторе и использование электроэнергии из возобновляемых источников. При действии неравновесной низкотемпературной плазмы на углеводородное сырье, инициируется возбуждение органических веществ с дальнейшими реакциями диссоциации, рекомбинации и поликонденсации [1].

В работе представлены результаты процесса плазменного пиролиза линейных углеводородов (гексана (ХЧ) и изооктана (ХЧ)), которые входят в состав сырья для получения мономеров при термическом пиролизе. Плазмохимический пиролиз проводился на установке, представленной на рис. 1.

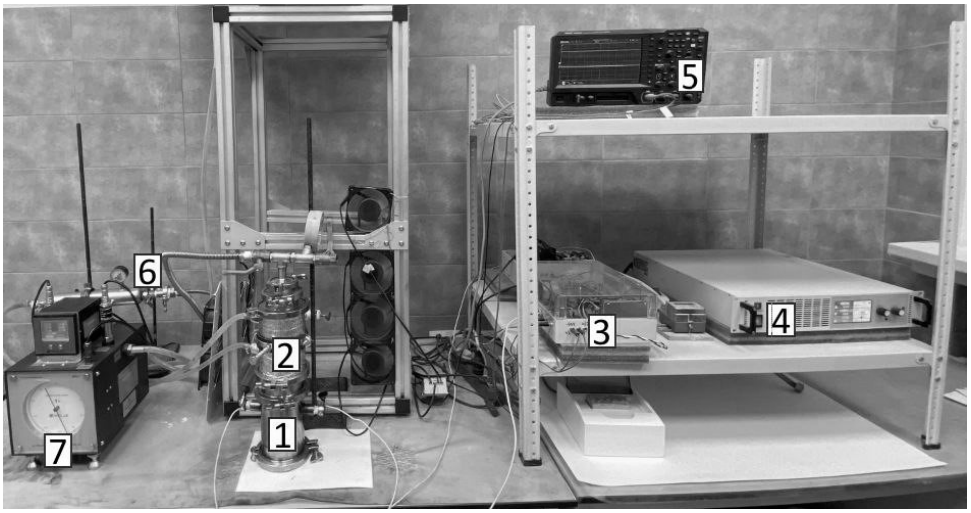


Рис. 1. Секционный реактор из нержавеющей стали: 2 - холодильник до -15°С; 3 - система управления для генерации электрических разрядов; 4 - источник постоянного тока до 750В; 5 - цифровой осциллограф MSO5074 Rigol; 6 - пробоотборник для анализа продуктов в газовой фазе; 7 - барабанный счетчик для измерения потока газа

Процесс плазменного пиролиза линейных УВ проводился при 1–3 атмосферах, температура в реакторе не превышала температуру кипения компонентов. Выход газообразных продуктов (табл. 1) при плазмохимическом пиролизе изооктана и гексана составляет 100%.

Таблица 1

Состав газа пиролиза (%об.)

Сырье	H_2	CH_4	C_2H_2	C_2H_4	C_3H_8	C_3H_4
Гексан	44,48	6,76	23,2	9,36	1,1	—
Изооктан	50,13	6,06	16,18	1,46	1,94	0,65

Полученные результаты показывают возможность промышленного применения плазмохимического пиролиза углеводородного сырья для получения ацетилена, этилена и водорода.

Bodrikov I. V., Ivanova A.G., Vasiliev A. L. et al. Influence of low-voltage discharge energy on the morphology of carbon nanostructures in induced benzene transformation // RSC Advances. 2021. Vol. 11. P. 39428–39437.

СЕКЦИЯ 10

ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

УДК 004.42:658.5

БЕЛОГОЛОВКИН М.А., КЕЧКИНА Н.И.

РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПА МОДУЛЬНОСТИ В РАЗРАБОТКЕ CAD-СИСТЕМЫ ДЛЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ФСА

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

Модульный подход в современном проектировании является ключевым фактором успеха при разработке специализированного программного обеспечения для автоматизации проектирования функциональных схем автоматизации (ФСА).

Модульный принцип позволяет создавать масштабируемые решения, где каждый компонент системы разрабатывается независимо, но при этом может взаимодействовать с другими модулями через четко определенные интерфейсы. Это обеспечивает: гибкость в настройке под конкретные задачи; простоту обновления и расширения функционала; возможность независимой разработки компонентов; удобство поддержки и модификации; минимизацию зависимостей между частями системы.

Используя открытый API nanoCAD для разработки программного модуля автоматизации проектирования ФСА, можно реализовать следующие ключевые компоненты.

Программный модуль осуществляет ввод данных через интеграцию с API nanoCAD, обеспечивая импорт информации о технологическом процессе и определение параметров системы. Модуль проводит валидацию входных данных с использованием механизмов проверки и работает с базами данных для хранения и обработки информации. Визуализация данных осуществляется в графическом интерфейсе nanoCAD.

Аналитическая часть модуля автоматически выявляет критические параметры технологического процесса, определяет точки контроля с учетом специфики производства и оценивает требования к точности измерений. Модуль анализирует возможные нештатные ситуации, моделирует работу системы, в том числе с использованием встроенных инструментов nanoCAD и выбирает оптимальные средства автоматизации.

Часть модуля генерации схем, который производится путем создания базовой структуры ФСА с использованием готовых элементов. Модуль автоматически размещает функциональные блоки согласно стандартам, определяет и строит связи между элементами, генерирует все необходимые схемы (функциональные, принципиальные, соединений) и формирует планы расположения оборудования.

Модуль системы проверки обеспечивает синтаксический анализ корректности построения схемы, тестирует логическую целостность системы и проверяет соответствие нормативным требованиям (ГОСТ 21.408-2013). Модуль валидирует условные обозначения, контролирует правильность оформления документации и графических элементов.

Документационная часть модуля автоматически формирует спецификации оборудования, создает ведомости потребности в материалах, подготавливает необходимые формы, таблицы.

Модуль обеспечивает высокую производительность при работе с большими объемами данных, удобство использования для проектировщиков. Система позволяет легко вносить изменения в проект, поддерживает возможность модернизации и расширения функционала в будущем.

Все компоненты модуля интегрированы с существующими функциями nanoCAD, используют открытый API для расширения возможностей. Система включает механизмы журналирования действий, обработки ошибок и восстановления, а также обеспечивает совместимость с другими системами проектирования.

Использование модульного принципа при разработке программного обеспечения для автоматизации проектирования ФСА позволяет создать гибкую, масштабируемую и эффективную систему, способную адаптироваться к различным промышленным секторам и обеспечивать высокое качество проектной документации.

УДК681.5

БЕЛОГОЛОВКИНА Д.А., КЕЧКИНА Н.И.

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРИЛЛИРОВАНИЯ КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

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

В работе рассматривается процесс приллирования как объекта автоматизации, с последующим выбором каналов внесения регулирующих воздействий. Плав карбамида с температурой 135-140 °С, пройдя очистку от механических примесей на фильтре, поступает в виброгранулятор, с помощью которого разбрызгивается в стволе башни навстречу потоку охлаждающего воздуха. Сформированные виброгранулятором капли застывают во время полёта и с температурой не более 100 °С поступают в «кипящий слой» гранул. В аппарате охлаждения гранулы карбамида охлаждаются до температуры не более 50 °С и системой конвейеров направляются на отгрузку или на склад.

Целью функционирования объекта является получение прилл карбамида с заданным качеством, за счет поддержания режима кипящего слоя.Исходя из цели функционирования, основной переменной состояния является температура в башне T_6, поддерживаемая за счет изменения расхода воздуха $F_в$, подаваемого в башню.Стабильность технологических параметров (температура и давление) обеспечивает режим кипящего слоя, что в свою очередь, оказывает влияние на статическую прочность гранул (прилл), которая должна составлять 1,0 – 1,3 кгс/гранулу и размер основной фракции, у прилл он составляет 2,5 – 3,0 мм.

Для дальнейшего проведения исследования требовалось разработать математическую модель, отражающую физическую сущностьпротекающего процесса. В работе реализована модель аналитическим способом. Для исключения из рассмотрения малозначимых явлений и процессов, была сформулирована следующая система допущений:объект имеет сосредоточенные координаты;теплофизические свойства веществ принимаем постоянными значениями;потери вещества и энергии во внешнюю среду отсутствуют.

Математическая модель составляется на основе уравнений теплого баланса, поскольку основной переменной состояния является температура в башне. Структурная схема моделируемого объекта представлена на рис.1.

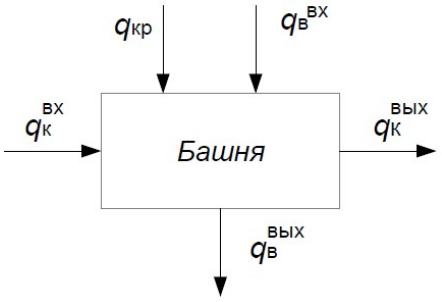


Рис.1.Структурная схема моделируемого объекта

$q_в^{вх}$, $q_к^{вх}$, $q_в^{вых}$, $q_к^{вых}$ – тепловые потоки, поступающие в аппарат и выходящие из него в единицу времени с потоками воздуха и плава карбамида соответственно; $q_{кр}$ – тепловой поток, выделяемый при кристаллизации карбамида.

Уравнение теплового баланса имеет вид

$$q_в^{вх} - q_в^{вых} + q_к^{вх} - q_к^{вых} + q_{кр} = \rho \cdot c \cdot V_в \cdot \frac{dT_б}{d\tau},$$

где $T_б$ – температура башни ($T_б = T_в^{вых}$), К; c – удельная теплоемкость среды, $\frac{Дж}{кг \cdot К}$, ρ – плотность среды, $кг/м^3$; $V_в$ – объем воздуха, $м^3$.

В дальнейшей работе данная математическая модель будет воспроизведена в программном обеспечении Simulink с целью исследования технологического объекта управления.

УДК 004.928

БОБЧЕНКО М.А., МОРОЗОВ Н.Д., СЫЧЁВ К.С.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДУЛЕЙ АНИМАЦИИ CAD-СИСТЕМ

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

В данной работе представлено сравнение модулей анимации трёх популярных САПР, рассмотрен вопрос: какое ПО будет наилучшим вариантом для начинающего конструктора и обеспечит высокое качество визуализации механизмов автотранспорта. Следует выделить характерные отличительные особенности каждой из систем.

1. SolidWorksComposter:

– Наличие инструмент функциональной (не фотореалистичной) визуализации процессов на основе 3D-моделей.

– Возможность изменять частоту кадров, битрейт и размер файла; экспорт в MP4., AVI. и другие форматы.

– Интуитивно понятный интерфейс, но требующий времени на освоение из-за множества настроек.

– Большое сообщество пользователей, так как используется инженерами, техническими писателями и сервисными службами для создания технической документации и пошаговых анимации, что даёт возможность найти ответы на возникающие вопросы на соответствующих ресурсах [1].

2. КОМПАС-3D:

– Является встроенным модулем российского САПР, основные функции: демонстрация сборки/разборки, кинематика, ключевые кадры.

– Имеется возможность генерация взрыв-схем, сохранение ракурсов камеры, добавление текстовых аннотаций и размеров прямо в кадр.

– Все функции доступны в среде САПР, что упрощает рабочий процесс без установки дополнительного ПО.

– Экспорт анимаций в AVI. и покадровые последовательности.

– Интерфейс богат опциями, но начинающему пользователю может показаться перегруженным [2].

3. Модуль анимации T-FLEXCAD:

– Глубокая интеграция анимации в параметрическом проектировании: движение деталей задаётся через размеры и переменные модели.

– Автоматическое обновление анимации при изменении параметров модели.

– Поддержка кинематического моделирования со сложными взаимодействиями (редукторы, рычажные системы) и проверкой коллизий.
– Создание пошаговых сценариев сборки, взрыв-схем, аннотаций; экспорт в видеоформаты и изображения.
– Позволяет видеть влияние правок на работу узла и выявлять ошибки в проектировании.
– Интуитивно понятный интерфейс [3].

Для начинающего конструктора автотранспорта оптимальным выбором является модуль анимации T-FLEXCAD. Его ключевое преимущество – параметрическая связь анимации и модели, благодаря чему любые изменения конструкции мгновенно отражаются в движении деталей. Встроенный кинематический анализ и проверка коллизий обеспечивают надёжность работы механизмов ещё на этапе проектирования. А благодаря отсутствию необходимости осваивать дополнительное приложение новичок быстрее переходит от чертежей к интерактивным визуальным проверкам и обучению функциональному конструированию.

Библиографический список

1. Зиновьев, Д.В. Основы проектирования в SOLIDWORKS 2016 / Студия Vertex, 2017 – 1-е изд – 277 с.
2. Оживляя механизмы. Работа с анимацией в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D / https://sapr.ru/article/24477
3. Плотников, А. Анимация в T-FLEX CAD — это просто! / https://www.tflex.ru/about/publications/detail/index.php?ID=3769

УДК 681.586

БОНДАРЬ С.Н.

СИСТЕМНАЯ МОДЕЛЬ ВОЛОКОННО-ОПТИЧЕСКОГО ДАТЧИКА ДАВЛЕНИЯ

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

На современном этапе развития технологий математическое моделирование является неотъемлемой частью процесса проектирования и оптимизации изделий. Системные модели позволяют проводить анализ рабочих характеристик, исследовать влияние различных факторов и разрабатывать эффективные алгоритмы управления. Особое значение моделирование приобретает в системах, где сочетается интеграция разнотипных физических процессов — механических, электрических, оптических, тепловых и др.

Одним из примеров сложных сенсорных систем, требующих комплексного междисциплинарного моделирования, являются волоконно-оптические датчики давления. В рамках данной работы рассматривается разработка и анализ математической модели волоконно-оптического датчика давления в среде *Simulink*.

Среда моделирования *SimscapeSimulink*, благодаря тесной интеграции с *MATLAB* и поддержке специализированных библиотек для описания физических процессов, обеспечивает эффективные средства для построения комплексных моделей таких систем. Использование *Simulink* позволяет разрабатывать структурированные математические модели, проводить параметрические исследования, а также интегрировать модели датчиков в состав общих систем управления [1].

Разработка системной модели волоконно-оптического датчика давления реализуется на базе структурной схемы устройства, в которой в знаковой форме отражаются основные функциональные зависимости между механическими, оптическими и электрическими узлами. На основе структурной схемы формируется математическая модель в среде *Simulink*, учитывающая передаточные функции отдельных компонентов и принципиальную электрическую схему датчика.

Разработанная математическая модель (рис. 1) представляет собой совокупность связанных математических объектов, адекватно описывающих поведение чувствительных элементов, оптоволоконного узла, а также электрооптического преобразователя в условиях внешних механических воздействий.

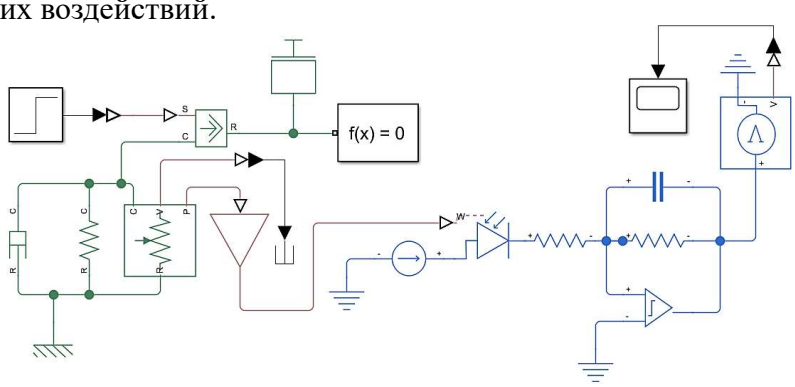


Рис. 1. Системная модель волоконно-оптического датчика давления в *Simulink*

В ходе проведенной работы установлено, что разработанная модель позволяет оценить динамические и статические характеристики датчика, исследовать его отклик на изменения давления, выявить чувствительность к внешним возмущениям, а также оптимизировать параметры конструкции для обеспечения высокой точности и надежности работы в реальных условиях эксплуатации.

1.Борисов, И.И. Имитационное моделирование мехатронных систем / Борисов И.И., Колюбин С.А.— СПб: Университет ИТМО, 2020. — 103 с.

УДК 621

ГОРЯЧЕВ Ю.Н.

РАЗРАБОТКА МОБИЛЬНОГО РЕКУПЕРАТОРА С БАКТЕРИЦИДНЫМ ЭФФЕКТОМ

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

Проект направлен на создание мобильногорекуператора, который сочетает в себе функции эффективного воздухообмена и бактерицидной обработки воздуха. Внедрение антибактериального угольного фильтра обеспечит дополнительную защиту от патогенов, что особенно важно в условиях современных требований к чистоте воздуха в помещениях. Проект ориентирован на медицинские учреждения, офисные и жилые пространства, где важен контроль над качеством воздуха.

Рекуператор – это устройство, которое предназначено для передачи тепловой энергии от вытяжного выбрасываемого воздуха к приточному воздуху, подаваемому в помещение. В данном случае под тепловой энергией понимается как тепловая, так и холодильная, то есть вытяжной воздух может отдавать приточному как своё тепло, так и свой холод, соответственно, нагревая или охлаждая его.

В повседневной жизни одной из проблем всегда была сложность установки систем вентиляции, кондиционирования и подобных им устройств, в том числе рекуператоров. На рынке существуют различные модели рекуператоров, но ни одна из них не предоставляет возможности установки своими руками и без специального оборудования. Наше решение заключается в установке рекуператора в сендвич-панель, расположенную в оконной раме. Даже при отсутствии такой панели в окне, её можно поставить самостоятельно вместо стеклопакета.

Основным достоинством нашей конструкции является использование бактерицидного эффекта, который не использовался и не представлен на рынке в таких изделиях.

Разрабатываемый мобильный рекуператор оснащен различными системами фильтрации, включая:

1. HEPA-фильтры: улавливают мельчайшие частицы и аллергены.
2. Угольные фильтры: убирают запахи и летучие органические соединения.

3. Светодиодные бактерицидные лампы: эффективно уничтожают бактерии и вирусы. Возможность комбинирования этих технологий позволяет добиваться максимальной эффективности очистки воздуха.

Расчет на количества УФ светодиодов

$$N_Л = П_{рв} \cdot Н_{\boldsymbol{V}} \cdot К_з / Ф_{\boldsymbol{6к}} \cdot 3600$$

где $- N_Л -$ количество УФ ламп

$П_{рв} = L -$ производительность системы вентиляции

$Н_{\boldsymbol{V}} -$ требуемая объем бактр. доза

$К_з -$ коэф запаса, кчитывает снижение эфективности

$Ф_{\boldsymbol{6к}} -$ бактерицидный поток лампы Вт

$$N_Л = \frac{(180 \cdot 80 \cdot 1)}{1{,}5 \cdot 3600} = 2.6 \text{ шт} \approx 3 \text{ шт}$$

Как видно из формулы, для однозначного обеззараживания проходимого объёма воздуха (180 м3/ч) через рекуператор, необходимо 3 УФ светодиода 12V.

Мобильный рекуператор с бактерицидными эффектами становится необходимым атрибутом современного жилья и офисов. Он не только обеспечивает качественную вентиляцию и рекуперацию тепла, но и активно борется с вредителями, обеспечивая здоровье и комфорт пользователей. Установка на окно позволяет легко адаптировать устройство к любым условиям, что делает его идеальным решением для обеих постоянных и временных помещений.

Библиографический список

1. Солтанова, А.Г. Энергосберегающее оборудование инженерных систем микроклимата зданий. [Текст] СПБ, изд., 2014. 61 стр.https://cyberleninka.ru/article/n/energosberegayuschee-oborudovanie-inzhenernyh-sistem-mikroklimata-zdaniy

2. Большая советская энциклопедия. [Текст] [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978

УДК 62-50

ГУЩИН К.О., ГУСЬКОВ А.А., КЕЧИН Е.С.

РАЗРАБОТКА ГИРОИНЕРЦИАЛЬНОГО БЛОКА С ИНФОРМАЦИОННОЙ ИЗБЫТОЧНОСТЬЮ

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

В современном мире продолжается активное развитие аэрокосмической отрасли. Совершенствование технологий и повышение их доступности оказывает положительный эффект на распространение различных перспективных направлений, одним из которых является разработка беспилотных летательных аппаратов (БПЛА). Самолеты, ракеты и БПЛА строятся на разных принципах технической реализации, однако для всех летательных средств до сих пор актуальна проблема навигации. Результатом длительного развития навигационных систем стала БИНС (бесплатформенная инерциальная навигационная система), в основе которой лежат акселерометры и гироскопы (датчики).

Классификация БИНС обширна, однако наиболее значительное влияние на точность и надежность системы оказывает схема расположения датчиков. Самым распространенным и простым вариантом является размещение 3 датчиков таким образом, чтобы их оси чувствительности были взаимно ортогональны. В этом случае измерения по оси производятся одним датчиком, а его погрешность полностью входит в результат этого измерения. Кроме того, при отказе одного датчика, система становится неработоспособной. Чтобы избежать данной ситуации и выявить неисправный датчик, необходимо устанавливать три измерительных средства на каждую из осей.

С целью повышения точности и надежности системы предполагается использовать принцип структурной избыточности. В научной литературе описано несколько вариантов избыточной компоновки, например «конус», «два конуса», «две триады», однако наиболее оптимальной из них признается структура, при которой датчики располагаются равномерно на

образующих конуса, а оси чувствительности составляют с осью фигуры 54,7º [1]. Применение БИНС со структурной избыточностью позволит снизить влияние случайных погрешностей и повысить точность измерений минимум в √2 раз, а также обеспечить работоспособность системы из пяти датчиков при одной неисправности [2].

Особые требования предъявляются к вычислительному устройству, так как информация, получаемая с датчиков, требует обработки согласно математическим моделям, включающим тригонометрические, матричные вычисления, а также решение систем линейных (а в некоторых случаях, нелинейных) алгебраических уравнений. Перечисленные операции должны осуществляться с быстродействием, позволяющим непрерывно принимать и обрабатывать входные данные с частотой в несколько килогерц.

Таким образом, разработка гироинерциального блока с информационной избыточностью является актуальной задачей, решение которой может быть использовано во всех типах летательных аппаратов. Подход, используемый в проектировании ГИБ (гироинерциальный блок), может значительно расширить спектр решаемых навигационных задач благодаря повышенной точности и надежности БИНС.

Библиографический список

1. Водичева, Л. В. Инерциальные измерительные блоки перспективных изделий ракетно-космической техники: обеспечение отказоустойчивости / Водичева Л. В., Бельский Л. Н., Парышева Ю. В., Лысцов А. А.// Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. 2018. №1.

2. Водичева, Л. В. Обеспечение отказоустойчивости инерциального измерительного блока для перспективных средств выведения / Водичева Л. В., Лысцов А. А., Парышева Ю.В. // Журнал «Ракетно-космическая техника». URL: https://elibrary.ru/item.asp?edn=yqyqxu (дата обращения: 27.04.2025).

УДК 681.5

ЗОТОВ А.М., КЕЧКИНА Н.И.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПРОЦЕССА ПРИГОТОВЛЕНИЯ ТОПЛИВНОЙ СМЕСИ ДЛЯ ЭВВ

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

Процесс приготовления топливной смеси для эмульсионно-взрывчатых веществ (ЭВВ) требует высокой точности управления технологическими параметрами.

Приготовление топливной смеси проводится в реакторе приготовления топливной фазы. Целью функционирования объекта является получение продукта с заданным составом, что обеспечивается созданием стабильных условий проведения химического процесса за счет поддержания температуры реакционной смеси на уровне, не превышающем 60 °С.

Для исследования процесса приготовления топливной смеси с целью решения задачи повышения качества и стабильности продукта, разработана математическая модель процесса смешивания компонентов в реакторе емкостного типа.

Математическое описание процесса в реакторе смешивания осуществляется на основе уравнения теплового баланса. Для упрощения математической модели введены следующие допущения:

– система моделируется как объект с сосредоточенными параметрами,
– уровень жидкости в реакторе постоянен,
– теплофизические параметры (теплоемкость, плотность) постоянны,
– теплоемкостью стенок реактора пренебрегаем,
– потери вещества и энергии во внешнюю среду отсутствуют.

Структурная схема реактора с теплообменным змеевиком представлена на рис. 1.

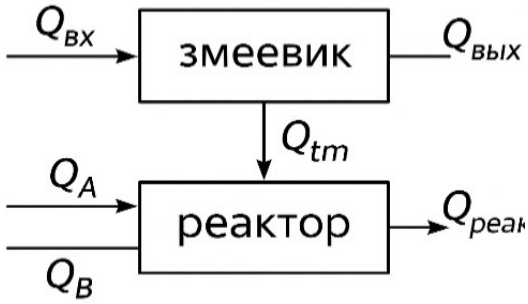


Рис.1. Структурная схема теплового баланса

Так как процесс периодический, то массовые расходы компонентов на входе и выходе из реактора равны 0, следовательно, тепловые потоки также равны 0.

Математическая модель технологического объекта управления с учетом начальных значений

$$\begin{cases} G_m C_m (T_m^{\text{вх}} - T_m^{\text{вых}}) - \alpha S (T_{cm} - T_C) = M_{cm} C_{cm} \dfrac{dT_{cm}}{d\tau} \\ \alpha S (T_{cm} - T_C) - \Delta HR_C V = M_C C_C \dfrac{dT_C}{d\tau}, \\ \dfrac{dT_{cm}}{d\tau}|_{\tau=0} = T_{cm}^{\text{зад}}, \\ \dfrac{dT_c}{d\tau}|_{\tau=0} = T_c^{\text{зад}}. \end{cases}$$

В дальнейшей работе данная математическая модель будет воспроизведена в программном обеспечении Simulink с целью исследования технологического объекта управления.

УДК 004.942

ЗУБКОВ Н.В.

СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВИБРАЦИОННОГО СОСТОЯНИЯ ГАЗОТУРБИННОГО ДВИГАТЕЛЯ

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

Современные системы контроля состояния газотурбинных двигателей (ГТД) требуют применения инновационных методов для повышения точности диагностики и надежности работы [1].

Одним из наиболее перспективных направлений является использование датчиков вибрации, интегрированных в комплексную систему мониторинга, которая сочетает в себе традиционные методы контроля и концепцию цифрового двойника ГТД.

В реализуемой системе мониторинга цифровой двойник представляет собой виртуальную модель двигателя, которая в реальном времени обновляется и адаптируется на основе данных, получаемых с датчиков, обеспечивая динамическую синхронизацию с реальным состоянием оборудования. Полученные данные об амплитуде, частоте и фазах вибраций обрабатываются с помощью алгоритмов анализа сигналов и прогнозирования, после чего они передаются в виртуальную модель двигателя, где происходит адаптация текущих параметров. Это позволяет не только мониторить состояние отдельных компонентов и узлов двигателя, но и оценивать влияние этих состояний на работу всей системы в целом, что критически важно для сложных многоступенчатых агрегатов.

В дополнение к стандартному анализу, система использует алгоритмы машинного обучения для обработки данных, что позволяет системе не только работать с текущими вибрациями, но и адаптировать свои прогнозы на основе анализа статистических данных и эксплуатационных циклов. С помощью алгоритмов машинного обучения можно выявлять скры-

тые закономерности и аномалии в динамике вибраций, предсказывая потенциальные неисправности и их развитие. Цифровой двойник позволяет динамически подстраивать параметры модели на основе входных данных, что значительно повышает точность диагностики и снижает вероятность аварийных ситуаций.

Таким образом, разработанная система обработки данных с датчиков вибрации, интегрированная с цифровым двойником, представляет собой важный прогрессивный шаг в области мониторинга и диагностики газотурбинных двигателей. Благодаря реализуемому подходу достигается не только высокая точность и надёжность в оценке технического состояния, но и возможность раннего выявления неисправностей, проведения целенаправленного обслуживания и адаптивной оптимизации режимов работы. Всё это в комплексе способствует повышению эффективности, безопасности и долговечности эксплуатации ГТД.

Перспективы развития системы предусматривают повышение точности прогнозирования за счёт внедрения более продвинутых алгоритмов обработки сигналов, включая нейронные сети и методы глубокого обучения. Что в свою очередь позволит значительно повысить качество анализа вибрационных данных, повысить устойчивость к шумам и сократить количество ложных срабатываний при обнаружении отклонений.

Дополнительные возможности системы могут быть реализованы за счёт интеграции расширенного набора сенсоров, включая датчики температуры, давления и других параметров, что обеспечит более комплексную и точную оценку технического состояния двигателя на различных режимах работы.

1.Прохоров, А. Цифровой двойник. Анализ, тренды, мировой опыт. Издание первое, исправленное и дополненное / Прохоров А., Лысачев М. – Москва: ООО «АльянсПринт», 2020. – 401 с.

УДК 681.5

КЛИМОВ К.А., КЕЧКИНА Н.И.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ЕМКОСТИ ПРОПАНА

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

Рассматриваемая в работе установка конверсии природного газа (получения водорода) предназначена для получения водорода из природного газа методом парового риформинга с последующим извлечением водорода высокой чистоты на молекулярных ситах в адсорберах блока короткоцикловой адсорбции (КЦА). Проектная мощность установки по продуктовому водороду составляет 135000 нм^3/ч. Чистота получаемого водорода составляет 99,9 % об.

Одним из технологических блоков установки является блок подготовки сырья, позволяющий осуществить компримирование природного газа, испарение сжиженного пропана. Основным технологическим объектом управления в составе рассматриваемого блока, является сырьевая емкость пропана D0007 – аппарат, в котором происходит хранение и буферизация пропана, поступающего на газификацию.

Целью функционирования объекта является обеспечение надежного хранения и распределения пропана в рамках технологического процесса.

Среди входных параметров, оказывающих влияние на состояние технологического процесса, выделяют:

– расход сжиженного пропана поступающего в емкость D0007, определенный с коррекцией по давлению и температуре, что позволяет получить более точные показатели расхода сжиженного пропана в зависимости от условий окружающей среды;

– температуру и давление, так как состояние пропана может меняться в зависимости от условий окружающей среды.

Показатель эффективности химико-технологического процесса выбран из категории эксплуатационных, а именно, управляемость и регулируемость. Для записи критерия эффективности предложено использовать квадратичную функцию

$$R = \left(L_{D0007}^{зад} - L_{D0007}\right)^2,$$

где L_{D0007} – текущего значения уровня, м; $L_{D0007}^{зад}$ – заданное значение уровня, м.

Математическая модель составляется на основе уравнение материального баланса по жидкой фазе, поскольку основной переменной состояния является уровень в емкости. Структурная схема моделируемого объекта представлена на рис. 1.

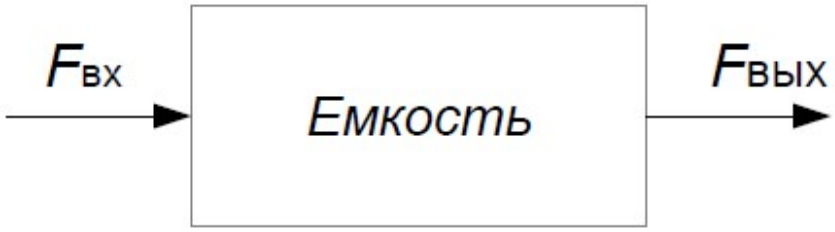


Рис.1. Структурная схема моделируемого объекта

$F_{вх}$, $F_{вых}$ –объемные расходы пропана на входе в сырьевую емкость пропана и выходе из нее соответственно.

Уравнение материального баланса имеет вид

$$F_{вх} - F_{вых} = S_{ем}\frac{\mathrm{d}L}{\mathrm{d}\tau},$$

где $S_{ем}$ – площадь поперечного сечения емкости, м^2;L – уровень сжиженного пропана в емкости, м.

На основе анализа технологического процесса как объекта управления проектируют автоматизированную систему, обеспечивающую решение поставленной задачи регулирования. Наиболее перспективным путем повышения управляемости сырьевой емкости пропана D0007 является создание каскадной системы автоматического управления уровнем с учетом расхода сжиженного пропана поступающего в емкость D0007, определенного с коррекцией по давлению и температуре.

УДК 228

КОНЯХИН А.А., НАУМОВА Е.Г.

РАЗВИТИЕ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

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

Автоматизированные системы управления (АСУ) являются критически важными в нефтепромышленности, обеспечивая эффективное и безопасное функционирование процессов добычи, переработки и транспортировки нефти.

Система автоматизации для установки первичной обработки нефти АВТ2представляетсобойкомплексноерешение,необходимоедляоптимизацииуправленияпроцессамипервичнойобработкинефтинанефтеперерабатывающих предприятиях. В нее входят современные технологии автоматизации, такие как датчики, контроллеры, программное обеспечение для управления и мониторинга, а также системы передачи данных. Автоматизированная система установки первичной обработки нефти АВТ-2 основана на интеграции различных компонентов оборудования и программного обеспечения для оптимизации процесса обработки нефти.

Значимость автоматизации установки первичной обработки нефти АВТ-2 заключается в следующем:

1.Повышение эффективности производства за счёт сокращения времени выполнения операций, уменьшения потери сырья и снижения энергозатраты.

2.Улучшение качества продукции за счёт повышения точности контроля параметров обработки нефти.

3.Снижение операционных рисков.

4. Экономическая выгода

Кроме того, интеграция системы автоматизации для установки первичной обработки нефти АВТ-2 с цифровыми технологиями позволит собирать и анализировать большие объемы данных для принятия более точных и обоснованных управленческих решений.

Дальнейшее развитие и совершенствование системы автоматизации установки первичной обработки нефти АВТ-2 представляет собой важное направление для повышения эффективности и конкурентоспособности нефтедобывающих предприятий.

Подводя итоги, можно отметить, что автоматизация играет ключевую роль в современной нефтедобыче, обеспечивая повышение эффективности производства, снижение операционных рисков и улучшение экономических показателей. Разработка и внедрение автоматизированных систем, таких как установка первичной обработки нефти АВТ-2, позволяют улучшить качество продукции, оптимизировать производственные процессы и повысить надежность оборудования. Значимость автоматизации в нефтедобыче состоит не только в повышении эффективности текущих процессов, но и в создании основы для будущего развития отрасли. С постоянным развитием технологий ИИ и других инновационных решений автоматизированные системы становятся все более гибкими, адаптивными и интеллектуальными.

УДК 62-5

МАСЛОВ И.А., УСАНОВ И.Г.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОВЕРКИ БЛОКА АКСЕЛЕРОМЕТРА НА ПОВОРОТНОМ СТЕНДЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Автоматизация испытаний акселерометров критически важна для повышения точности и скорости контроля параметров. Разработанный модуль направлен на замену ручных операций алгоритмизированными решениями.

Методология

1. **Аппаратная платформа**:
   - Использование поворотного стенда с интерфейсом Modbus.
   - Интеграция термокамеры для температурной стабилизации.
2. **Программное обеспечение**:
   - Реализация осуществлялась наQt (C++) с графическим интерфейсом.
   - Автоматическая запись данных осуществлялась в СУБД PostgreSQL.
3. **Алгоритмы**:
   - Калибровка акселерометра через загрузку компенсационных коэффициентов.
   - Анализ данных в реальном времени с формированием отчётов.

Результаты

- **Эффективность**:
  - Сокращение времени тестирования на 27% (с 4 до 2,9 часов).
  - Погрешность измерений ≤ 0,2% (при ручном методе — 1,5%).
- **Энергосбережение**:
  - Снижение энергопотребления термокамеры на 20% за счёт автоматического отключения.

Разработанный модуль подтвердил свою эффективность, обеспечив повышение точности измерений и снижение временных затрат. Перспективы дальнейших исследований включают интеграцию алгоритмов искусственного интеллекта для прогнозирования отказов оборудования и адаптацию системы к работе с различными типами датчиков. Внедрение подобных решений способствует оптимизации ресурсов и повышению качества контроля в инженерных задачах.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 8.903-2021. Методы испытаний акселерометров.
2. Левин, В.Н. Автоматизация измерительных систем. М.: Техносфера, 2020.

УДК 621

МЯСНИКОВ Д.В., ПОПОВ А.А.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВУЛКАНИЗАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

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

Производство резинотехнических изделий (РТИ) является одной из самых сложных технологий современной цивилизации. В ней заложены достижения таких областей, как машиностроение, нефтепереработка и нефтехимия, органический синтез. Особенностью резиновой промышленности считается высокая стоимость применяемого сырья, чаще всего являющегося продуктом других отраслей химической и нефтехимической индустрии. Огромное значение в ней имеют экономия сырья и материалов, разработка безотходных технологий, продление сроков эксплуатации изделий [1]. Для изучения данных задач прежде всего необходимо составить математическую модель самого процесса.

Для объекта моделирования система допущений будет иметь следующий вид.

1. Термодинамические параметры смеси газов не изменяются в процессе вулканизации.
2. Массой конденсата пренебрегаем.
3. Потерями теплоты на нагрев каучука пренебрегаем.
4. Потерями теплоты на нагрев пресс формы пренебрегаем.
5. Потерями теплоты в окружающую среду пренебрегаем.
6. Цикличность включения задвижек для ввода пара не учитываем.

Уравнение энергетического баланса записывается в виде:

$$\frac{dT_{\text{к}}}{dt} c_{\text{резины}} \text{M}_{\text{резины}} = Q_{\text{вх}} + Q_{\text{с}} - Q_{\text{к}};$$

где $Q_{\text{вх}}$ - входящий тепловой поток, необходимое для технологического процесса, $Q_{\text{к}}$ - теплота, затраченная на нагрев конструкции пресс формы, $Q_{\text{ос}}$ - потери теплоты в окружающую среду, $Q_{\text{р}}$ - потери теплоты на реакцию вулканизации каучука, $c_{\text{резины}}$- удельная теплоемкость резины, $\text{M}_{\text{резины}}$ - масса резины.

1) Входящее тепло равно:

$$Q_{\text{вх}} = c_{\text{пар}} G_{\text{пар}} T_{\text{пар1}};$$

где $c_{\text{пар}}$ - удельная теплоемкость пара, $G_{пар}$ - массовый расход пара, $T_{пар1}$ - начальная температура.

2) Тепло, получаемое резиной в ходе теплоотдачи от стенки:

$$Q_{\text{с}} = a(T_c - T_{\text{к}})F;$$

где a - коэффициент теплоотдачи, T_c- температура стенки, F - площадь внешней поверхности пресс формы.

3) Тепло, уходящее из пресс формы в месте с паром:

$$Q_{\text{к}} = c_{\text{пар}} G_{\text{пар}} T_{\text{к}};$$

где $c_{\text{пар}}$ - удельная теплоемкость пара, $G_{пар}$ - массовый расход пара, $T_{\text{к}}$ - температура в конце вулканизации.

Математическая модель для условий динамики будет иметь вид:

$$\frac{dT_{\text{к}}}{dt} c_{\text{резины}} \text{M}_{\text{резины}} = c_{\text{пар}} G_{\text{пар}} T_{\text{пар1}} + a(T_c - T_{\text{к}})F - c_{\text{пар}} G_{\text{пар}} T_{\text{к}};$$

Полученная математическая модель позволит в дальнейшем проводить ряд различных тестов, направленных на оптимизацию процесса.

1.Касперович, А.В. Технология производства резинотехнических изделий, 2023.

УДК 66.011

ОСИПОВА О.Ю., ВАДОВА Л.Ю.

РАЗРАБОТКА ТЕПЛОВОГО БАЛАНСА РЕАКТОРА СТАДИИ ОКИСЛИТЕЛЬНОГО ХЛОРИРОВАНИЯ ЭТИЛЕНА

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

Реактор окислительного хлорирования этилена предназначен для получения дихлорэтана в псевдоожиженном слое катализатора [1]. В средней части реактора размещено теплообменное устройство из вертикальных труб, куда подается питательная вода. Её испарение отводит избыточное тепло, а турбулентное движение катализатора усиливает теплопередачу. Важно поддерживать уровень катализатора чуть выше трубного пучка: его снижение ухудшает теплоотвод и вызывает коррозию труб. Для улавливания уносимого катализатора на выходе установлены двухступенчатые циклоны, возвращающие крупные частицы в реактор. Однако мелкая фракция теряется, что требует периодической дозагрузки катализатора. Поскольку прямой контроль уровня невозможен, применяются два датчика температуры: над пучком и на его уровне. Разница в 3°C сигнализирует о падении уровня, после чего автоматически подается смесь катализатора с циркуляционным газом. Это предотвращает перегрев, коррозию трубного пучка и снижает образование примесей. Зависимость уровня катализатора и температуры реакции можем представить в тепловом балансе:

$$\begin{cases} Q_{х.н.} - Q'_{х.н.} + Q_{ст.} - Q_{пар} = \dfrac{dQ}{dt} \\ Q_O + Q_{ц.г.} + Q_{C_2H_5} + Q_{CLH} + Q_{реакц.} - Q_{ст.} - Q'_{ц.г.} = \dfrac{d(h_a - h_к)T_{цг}^{к}}{dt} \\ G_к - G_{ксц.г.} = p_к \cdot S_{ап} \cdot \dfrac{dh_к}{dt} \\ Q\big|_{t=0} = Q^{зад} \\ T_{цг}^{к}\big|_{t=0} = T_{цг}^{к\,зад} \\ h_к\big|_{t=0} = h_к^{зад} \end{cases}, \quad (1)$$

где $Q_{х.н.}$ - количество теплоты хладоносителя на входе в трубный пучок;
$Q'_{х.н.}$ - количество теплоты хладоносителя на выходе из трубного пучка;
$Q_{ст.}$ - теплота стенки;
$Q_{пар}$ – количество теплоты пара;
Q-теплота трубного пучка;
Q_O-количество теплоты кислорода;
$Q_{ц.г.}$ - количество теплоты циркуляционного газа;
$Q_{C^2H^5}$ - количество теплоты этилена;
Q_{CLH} - количество теплоты хлороводорода;
$Q_{реакц.}$ - количество теплоты реакции;
$Q'_{ц.г.}$ - количество теплоты циркуляционного газа на выходе из реактора;
h_a - высота реактора;
$h_к$ - высота слоя катализатора;
$T_{цг}^{к}$ - температура циркуляционного газа в слое катализатора;
$G_к$ – массовый расход катализатора;
$G_{ксц.г.}$ – массовый расход смеси катализатора и циркуляционного газа;
$p_к$ – плотность катализатора;
$S_{ап}$ – площадь поперечного сечения реактора.

1.Гельперин, Е.И.Кинетика и механизм реакции оксихлорирования этилена / Е.И.Гельперин, Ю.М.Бакши, А.Г.Зыскин, Ю.С.Снаговский, А.К.Аветисов // Химическая промышленность, №6, 1996, с.356.

УДК 681.586

РОДИМОВА М.А.

КОМПЕНСАЦИОННЫЙ АКСЛЕРОМЕТР С ЦИФРОВОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

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

В настоящее время растёт потребность в высокоточных измерительных системах, используемых в инерциальной навигации, системах ориентирования и стабилизации. Одним из наиболее перспективных решений является применение компенсационных акселерометров [1].

Традиционные аналого-цифровые акселерометры ограничены по точности и быстродействию вследствие влияния паразитных эффектов и сложности коррекции нелинейностей механической части. В свою очередь внедрение цифрового ПИД-регулирования в структуру обратной связи позволяет добиться лучшей линейности, стабильности и расширенного диапазона рабочих частот. Цифровое ПИД-регулирование позволяет динамически подстраивать параметры системы, минимизируя влияние внешних возмущений, и адаптировать отклик устройства к изменяющимся условиям эксплуатации, что значительно улучшает его производительность и точность.

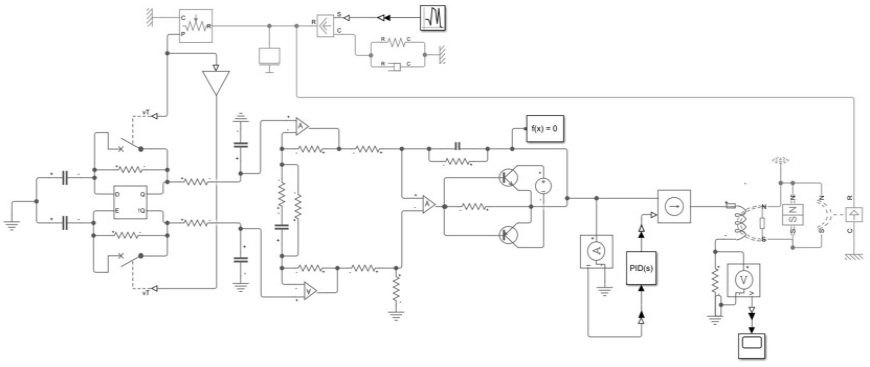


Рис.1. Математическая модель акселерометра в *Matlab*

В рамках данной работы были проведены численные и экспериментальные исследования, направленные на анализ работы цифрового ПИД-регулирования для улучшения характеристик акселерометра. Исследования основывались на математической модели акселерометра, разработанной в среде *Matlab*, которая была построена на основе результатов: имитационного моделирования чувствительного элемента, магнитной системы (магнитоэлектрического датчика момента) и разработанной электрической принципиальной схемы акселерометра, рис. 1.

В рамках исследований система цифрового ПИД-регулирования была настроена и протестирована для различных режимов работы акселерометра, включая:

- режим стабильной работы при постоянных нагрузках, где регулирование позволило минимизировать дрейф и шумы, улучшая линейность отклика сенсора.
- режим динамической компенсации при переменных нагрузках, что обеспечило требуемую точность измерения при быстром изменении внешних условий.

1. Распопов, В.Я. Микромеханические приборы: учебное пособие / В.Я. Распопов.– М.: Машиностроение, 2007-400 с.: ил.

УДК 004.924

РОДИН И.С., ШЕРГИН В.В.

МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ ОБЪЕМНЫХ МОДЕЛЕЙ. ОБРАТНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ В ДОМАШНИХ УСЛОВИЯХ

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

Обратное проектирование (*reverseengineering*) – это процесс анализа существующего объекта с целью воссоздания его конструкции и параметров [1]. В современном мире, с развитием технологий 3D печати обратное проектирование приобретает все большую популяр-

ность [2]. Создание цифровой 3D модели объекта – первый и один из важнейших этапов этого процесса. Существуют различные методы получения 3D моделей, однако профессиональное оборудование для 3D сканирования зачастую дорогостояще. Данная работа фокусируется на исследовании возможности применения недорогих, доступных средств для решения задачи обратного проектирования, а именно для 3D сканирования бытового прибора – утюга. Выбор утюга обусловлен его сложной формой, наличием как гладких, так и криволинейных поверхностей, что позволяет оценить возможности различных методов сканирования.

В данной работе рассматриваются три метода 3D сканирования, доступные для широкого круга пользователей: лазерное сканирование с применением лазерного уровня, проекционное сканирование с использованием обычного проектора и фотограмметрия.

Сканирование лазерным уровнем [3] основано на использовании лазерного уровня для проецирования лазерной линии на объект.

Проекционное сканирование с использованием проектора основано на проецировании структурированного света (координатных полос) на объект [4]. Фотограмметрия основана на создании 3D модели объекта по серии его фотографий, сделанных с разных ракурсов. С помощью специального программного обеспечения анализируются фотографии и выявляются общие точки на различных снимках [5].

В ходе исследований и прилежащих экспериментов по созданию 3D- моделей был выявлен лучший способ построения модели, им оказалась фотограмметрия, так как качество модели намного превосходит другие методы, трудовые и временные затраты намного меньше, а компактность установки позволяет получать объемные модели при любых обстоятельствах, чего не скажешь о других методах.

Библиографический список

1. Журнал «Промышленные страницы» № 4, Жуковский, 2022 – С. 6 – 10.
2. Коряков, А.Е. Применение 3D-печати в машиностроении: эффективность, история и тенденции развития / А.Е. Коряков // Инженерная экономика: сборник материалов 78-й студенческой научно-технической конференции (26–28 апреля 2022 г.). – Минск: БНТУ, 2022. – С. 100–102.
3. Бокшанский В. Б., Бондаренко Д. А., Вязовых М. В., Животовский И. В., Сахаров А. А., Семенков В. П. Лазерные приборы и методы измерения дальности. -М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2012. С. – 92.
4. Щекин, С. Б. Восстановление формы трехмерных объектов методами структурированного освещения // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. -2007. -№ 43. –С – 301-307.
5. Паолис, Л. Д. «Фотограмметрическая 3D-реконструкция малых объектов для реализации в реальном времени». AVR – 2020 С. – 345.

УДК 35.073.532.4

СИЛАЕВ М.А. КЕЧИН Е.С.

ЧЕХОЛ ДЛЯ УСИЛЕНИЯ СОТОВОЙ СВЯЗИ СМАРТФОНА

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

Современный мир невозможно представить без мобильной связи и высокоскоростного интернета, которые играют ключевую роль в повседневной жизни людей, обеспечивая коммуникацию и доступ к информации. Однако, несмотря на стремительное развитие технологий, проблемы устойчивого сигнала связи остаются актуальными, особенно на территории РФ.

Данная работа посвящена разработке чехла для мобильных устройств, который способен усиливать сигнал сотовой связи и интернета. Особенность такого решения состоит в его практичности, доступности для массового потребителя и возможности интеграции с существующими моделями смартфонов.

Целевыми сегментами разработки являются путешественники и жители удаленных районов.

Решение поставленной задачи позволит не только повысить комфортность использования мобильных устройств, но и продемонстрировать возможности применения инженерных решений для повышения качества связи в современных условиях.

Разработка основана на явлении электромагнитной индукции. Чехол будет работать как ретранслятор. Т.е первоначально антенна А1 принимает внешний сигнал Е1, представляющий собой вектор электромагнитного поля. Далее сигнал преобразуется в электрический I1 и поступает на усилитель мощности УМ. УМ укомплектован малошумным усилителем для усиления слабых сигналов с минимальным добавлением собственного шума, полосовыми фильтрами для предотвращения помех, дуплексором и программируемым микроконтроллером. Далее усиленный сигнал I2 выводится в виде электрического на антенну А2 и при помощи нее в выходное электромагнитное поле Е2, которое в свою очередь будет поступать на смартфон. Данная плата будет работать от встроенной литий-ионной батареи. Схема управления питанием обеспечивает стабильное питание всех компонентов устройства. Эффективность этого компонента платы уменьшает потери энергии и увеличивает автономность работы устройства.

Корпус чехла будет универсальным для всех моделей смартфонов, эта особенность будет реализована за счет боковых фиксаторов. Планируется сделать чехол водонепроницаемым и ударопрочным для различных условий эксплуатации.

Разработка чехла именно по такой схеме имеем несколько основных достоинств: возможность создания усиления сигнала в несколько раз, что позволит пользователю использовать смартфон в более отдаленных от источников сигнала местах; экономия заряда батареи смартфона за счет разгрузки его собственной антенны и наличия собственного аккумулятора чехла, что позволит использовать его в качестве powerbank; возможность использования современной и доступной элементной базы имеющей малые габариты; универсальность практически для всех моделей смартфонов.

Библиографический список

1. Андрианов, В. И. Средства мобильной связи/Андрианов В. И., Соколов А. В. – СПб: БХВ, 1998. – 256 с.

2. Миркин, Б. А. Электротехника: учебное пособие для студентов, обучающихся по направлению "Приборостроение", всех форм обучения / Б. А. Миркин ; АПИ НГТУ - Нижний Новгород : Нижегородский гос. технический ун-т им. Р. Е. Алексеева, 2015. - 79 с.

УДК 621.432.2

СМОЛЬНИКОВ М.В., ПЛОТНИКОВ С.А., ГОРЕВ Г.А., ЗАБРОДИНА А.А.

МОДЕРНИЗАЦИЯ БЛОКИРАТОРА ГАЗОВОГО ВЕНТИЛЯ

ФГБОУ ВО «Вятский государственный университет»

Современный блокиратор газового вентиля, запорно-пломбировочный блок или универсально-запорное устройство (УЗУ) представляет собой запираемый на замок сборный контейнер для защиты от доступа к шаровым, пробковым, муфтовым кранам газовых трубопроводов.

Актуальность модернизации обусловлена несовершенством существующих блокираторов газовых вентилей. Здесь также присутствует фактор нехватки квалифицированных кадров и быстрое развитие технологий. Сложности при установке, отсутствие информации о состоянии системы, и, как следствие, затруднённая диагностика, невозможность мониторинга безопасности. Предлагается новая система, которая будет включать в себя возможность подачи сигнала о пограничной норме природного газа в помещении. Для успешной реализации проекта планируется использовать газоанализатор с SIM-картой [1,2] и внедрить новую технологию в разработку блокиратора газового вентиля. Это позволит создать устройство, которое будет значительно превосходить существующие аналоги по функциональности и возможностям, не теряя при этом в весовых характеристиках.

Но важно отметить, что опасная газовоздушная смесь образуется, когда концентрация газа в воздухе достигает 15%. При этом если открыта форточка и нормально работает венти-

ляционный канал, то от небольшой утечки газа из несильно повреждённой газовой трубы взрывоопасной концентрации не будет никогда. Однако учитываем все самые неблагоприятные исходы событий, когда в квартире никого нет и все окна, и двери закрыты, а вентиляция работает не удовлетворительно.

Важно отметить, что работа представляет только первый этап в разработке устройства. Для достижения полной реализации потенциала требуется дополнительное исследование, разработка и тестирование. Вторым этапом усовершенствования этого оборудования станет устройство с возможностью передачи данных о целостности данного блокиратора на предмет несанкционированного его снятия. При этом сигнал поступает на пульт диспетчера, о незаконном использовании газа. Тем самым предприятие в режиме онлайн может отследить отключённых абонентов, без выезда на место.

Подводя итоги, обобщим результаты нашей исследовательской работы и внедрения новых решений, посвящённых безопасности в газовой отрасли.

1. Устройство позволяет своевременно отслеживать утечку природного газа, а также газы, выделяющиеся при горении, такие как углекислый газ, что в свою очередь обеспечивает безопасность людей.

2. При работе комплексного устройства плата за потребление электроэнергии газоанализатора в месяц составит примерно 3,5 рубля.

3. Данное устройство позволяет оптимизировать рабочий процесс, высвободить сотрудников, занятых на этих работах.

4. Блокиратор газового вентиля с системой мониторинга позволит предприятию осуществлять круглосуточно анализ безопасности на подконтрольной территории.

5. Модернизированный блокиратор газового вентиля имеет перспективы развития и дальнейшего усовершенствования в виде мониторинга незаконного подключения к потреблению природным газом.

Библиографический список

1. Сигнализаторы загазованности. СИКЗ. Руководство по эксплуатации. КДБВ.407729.002 РЭ

2. Модуль GSM. Руководство по эксплуатации. КДБВ.418311.003 РЭ

УДК 681.5

ХАЗАНОВ Т.С., КЕЧКИНА Н.И.

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ВЕНТИЛЯТОРНОЙ ГРАДИРНИ

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

Система оборотного водоснабжения – это система, в которой вода используется в качестве хладоагента для охлаждения оборудования или для конденсации и охлаждения газообразных и жидких продуктов в теплообменных аппаратах. Основная масса воды после охлаждения на градирнях возвращается в систему.Принцип работы градирни основан на охлаждении воды от соприкосновения с атмосферным воздухом, прокачиваемым через нее, и за счёт испарения.

В данной работе в качестве технологического объекта управления рассматривается модульная градирня Вента-800. Целью функционирования объекта является снижение температуры технологической воды до требуемых значений за счет обдувания потоком атмосферного воздуха и испарения части жидкости.Среди входных параметров, оказывающих влияние на состояние технологического процесса, выделяют:

– метеорологические: температура, влажность воздуха, ветер, атмосферное давление;

– технологические: изменения производительности циркуляционных насосов и температуры горячей воды.

Показатель эффективности химико-технологического процесса выбран из категории эксплуатационных, а именно, управляемость и регулируемость. Критерий эффективности записывается в виде квадратичной функции

$$R = \left(T_{тв}^{зад} - T_{тв}\right)^2,$$

где $T_{тв}$ – текущего значения температуры технологической воды; $T_{тв}^{зад}$ – заданное значение температуры, К.

Математическая модель составляется на основе уравнение теплового баланса, поскольку основной переменной состояния является температура. Структурная схема моделируемого объекта представлена на рис. 1.

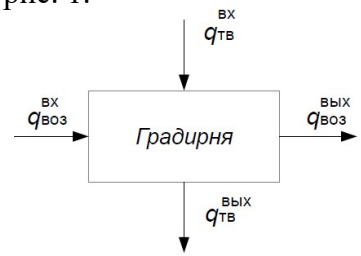


Рис.1. Структурная схема моделируемого объекта

$q_{тв}^{вх}$, $q_{воз}^{вх}$ –тепловые потоки, поступающие в градирню с технологической водой и воздухом;

$q_{тв}^{вых}$, $q_{воз}^{вых}$ – тепловые потоки, выходящие из градирни с технологической водой и воздухом.

Уравнение теплового баланса имеет вид

$$q_{тв}^{вх} + q_{воз}^{вх} - q_{тв}^{вых} - q_{воз}^{вых} = \rho_{тв} \cdot S_{апп} \cdot L \frac{\mathrm{d}T_{тв}^{вых}}{\mathrm{d}\tau},$$

где $S_{апп}$ – площадь поперечного сечения градирни, м^2;L – уровень технологической воды, м; $\rho_{тв}$ – плотность технологической воды, кг/м^3.

В результате анализа объекта управления выявлены возмущающие факторы, различные комбинации которых могут случайным образом влиять на объект управления. Однако, поскольку большая их часть может быть измерена и учтена при расчете управляющего воздействия, то это делает возможным применить принцип комбинированного управления.

УДК 681.2

ПОЛЕТАЕВ И.Ю., ЕГОРУШКИН Е.О.

МОДЕРНИЗАЦИЯ ПРИБОРОВ ТОЧНОГО КОНТРОЛЯ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Завершающим этапом изготовления детали на любом предприятии является контроль качества конечного изделия, который заключается в проверке соответствия геометрических характеристик исследуемой детали характеристикам, указанным в техническом задании в соответствии с ГОСТ 2.307, ГОСТ 2.308, ГОСТ 2.309. Любое несоответствие с указанными требованиями станет причиной признание изделия не годным. К одной из самых важных геометрических характеристик деталей относят шероховатость поверхности.

Повышенная шероховатость трущихся относительно друг друга деталей может привести к перегревам их поверхностей, деформациям и дальнейшим разрушениям под нагрузкой. Качество поверхности отдельных деталей играет решающую роль в поддержании бесперебойной работы как отдельных узлов, так и целых систем. Чтобы добиться требуемого качества поверхности детали, нужно использовать режущий инструмент соответствующего класса чистоты поверхности.

Для точного определения класса чистоты поверхности изготовленной детали используют специальные измерительные приборы, такие как профилометр и профилограф. При контактном методе ощупывание неровностей проверяемой поверхности осуществляет заточенная алмазная игла, её перемещения по выступам и впадинам приводят к возникновению механических колебаний щупа. Датчик преобразовывает эти колебания в пропорциональное изменение электрического сигнала в соответствии с ГОСТ 19300-86. Далее полученный сигнал попадает в устройство измерения, в котором тот проходит усиление и обработку. Обработанный сигнал поступает в устройство вычисления ЭБ, в котором будут вычисляться пара-

метры шероховатости по завершении процесса снятия профилограммы. Данный метод позволяет выразить качество поверхности детали в числовых показателях с малой погрешностью, что делает целесообразным его использование для осуществления контроля окончательно обработанных поверхностей.

Современными производствами ставится задача повышения оперативности контроля, а также снижение зависимости от человеческого фактора, что невозможно без автоматизации процесса. Для повышения эффективности операций контроля, предлагается осуществлять автоматическое сравнение профилограммы готовых деталей с эталонной профилограммой образцов шероховатости с отображением результатов на автоматизированном рабочем месте специалиста ОТК. В связи с этим, ставится задача разработки комплекса обработки сигналов с электронного блока профилометра на основе программируемого логического контроллера. Линейка контроллеров ОВЕН ПЛК 200 успешно зарекомендовала себя на российском рынке для использования в измерительных системах.

Помимо приёма сигналов с профилометра и определения качества обработки поверхности, ОВЕН ПЛК 200 будет решать задачи автоматизации закрепления и поворота измеряемой детали. Данное дополнение позволит реализовать измерение профиля изделия в разных плоскостях без необходимости ручного позиционирования детали работником.

По завершении процесса сбора данных, алгоритм проанализирует полученные результаты, сравнит их с эталонными и сделает вывод о годности исследуемой детали. Отображение результатов в виде профилограммы по каждой исследуемой поверхности, может быть реализовано как для сенсорной панели автоматического рабочего места, так для удаленного просмотра через интернет благодаря использованию web-визуализации CODESYSV3.5.

Библиографический список

1. Московский инструментальный завод “Калибр”, Паспорт 1706.0.00.0.00-01 ПС1, Профилометр модели 170622.– 54 стр.
2. Хватов, Б.Н. Выполнение измерений параметров шероховатости по ГОСТ 2789-73 при помощи приборов профильного метода. Учебное издание. – Издательство ТГТУ, 2006. – 24 стр.
3. Иванов, В.Н. Программирование логических контроллеров.Учебное пособие. – М СОЛОН-Пресс, 2021. – 356 стр.
4. Емельянов, А.В. Шаговые двигатели. Учебное пособие. – ВГТУ, 2005. – 48 стр.
5. ООО “Производственное Объединение ОВЕН”,CODESYSV3.5.Архивация: Руководство пользователя, 06.06.2022. – 92стр.
6. ООО “Производственное Объединение ОВЕН”,CODESYSV3.5.Визуализация: Руководство пользователя, 01.12.2018. – 436стр.

СЕКЦИЯ 11

ЭКОНОМИКА, МЕНЕДЖМЕНТ И ИННОВАЦИИ

УДК 502.131.1

БЕЛУХИНА Е. Д.

ЭКОЛОГИЯ СОЗНАНИЯ КАК КЛЮЧЕВАЯ ЦЕННОСТЬ СОВРЕМЕННОГО ОБЩЕСТВА ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В условиях культуры массового потребления цели устойчивого развития не достижимы. Проблема экологии – то, на что современное общество начинает обращать больше внимания. В тезисе выдвигается гипотеза о том, что экология сознания не уступает материальным ценностям, на основе социального опроса, проведённого среди студентов.

В настоящее время существует множество различных интерпретаций термина *экологическое сознание*. Экологическое сознание было определено в публикации 1987 г. учёными Кочергиным А.Н., Марковым Ю.Г. и Васильевым Н.Г. как «отношения и связи между природой и обществом как подсистемами целостного объекта, реализующиеся в комплексе общественных отношений, связанных с выполнением деятельности по оптимизации системы «природа-общество»»[1]. Это определение продолжает отражать суть термина: экологическое сознание – это взаимосвязь общества и природы.

Цели устойчивого развития возможно достичь с помощью экологического сознания. Если люди начнут мыслить в сторону решения общей проблемы и своего вклада в общее дело, тогда образуется больше экологических организаций, люди станут активнее использовать вторсырьё и сдавать мусор на переработку, участвовать в сборе и утилизации мусорных отходов на местности.Как только экологическая осознанность войдёт в общие ценности, равнодушных людей вытеснят люди готовые изменить ситуацию, что также может стать толчком к решению проблем из других областей.

Чтобы достичь распространения экологического сознания важно понимать, что оно должно формироваться с детства [2]. Внедрение мысли об осознанном потреблении в школьную программу, освещение экологических проблем, последствий загрязнений людьми планеты должно совмещаться с предложением к действию. К примеру, совместные сортировки и сдачи мусора, сдача ненужного текстиля, чтобы эти действия социально поощрялись, например, таблицей лидеров по эко-баллам, которые бы начислялись за каждый такой поступок, в зависимости от масштабности вложения. Это позволит воспитать в детях интерес к экологии, осведомлённость о существующих проблемах и угрозах их нерешения. Также имеет большое значение не настаивать на обязательном выполнении каких-либо задач, иначе такой способ может сформировать отторжение и негативную реакцию.

Мы провели опрос среди студентов на тему экологии. Из полученного распределения опрашиваемая группа студентов разделилась практически поровну в своих взглядах. Чуть меньше половины студентов (43% опрошенных) предпочитают не думать о экологии и потребляют необдуманно. Остальные опрашиваемые – это те студенты, кто задумывается о защите экологии, однако лишь малая часть из них достаточно мотивирована к постоянному действию (5% опрошенных). Такой результат, пусть пока и не оптимистичный, но он соответствует гипотезе о том, что экология сознания не уступает материальным ценностям.

Мы предполагаем, что тенденция экологического сознания будет продолжать расти. Однако темпа естественного роста не хватает для предотвращения предполагаемого многими учёными конца человечества. Это означает, что нельзя оставлять ситуацию такой, какая она есть сейчас, и необходимо стремиться находить способы её улучшения.

Почему же экология сознания – ключевая ценность в достижении целей устойчивого развития? Как было сказано ранее, нельзя недооценить важность действия со стороны каждого человека. Именно это и является ключом к достижению целей устойчивого развития, нужна мотивация, побуждение к действию. Общественная ценность как ничто другое не придаст мотивации и побудит к действию, поэтому мы и считаем, что экологическое сознание является важнейшей ценностью для устойчивого развития.

Библиографический список

1. Кочергин, А. Н. Экологическое знание и сознание: особенности формирования / А. Н. Кочергин, Ю. Г. Марков, Н. Г. Васильев. – Новосибирск : Наука, 1987. – 218 с. – EDNYIFOIZ.
2. Корнеева, Л. А. Формирование экологического сознания / Корнеева Л. А., Мясникова Н. В., Грошева С. Н., Стасенко Н. В. // Евразийский Союз Ученых. 2021. №1-2 (82).

УДК 338.24

ВОСКРЕСЕНСКИЙ А.Н., ЗЫБИН В.Д.

ЧЕЛОВЕЧЕСКИЙ КАПИТАЛ КАК ФАКТОР ИННОВАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Инновационная экономика невозможна без высокого уровня человеческого капитала. Современное общество характеризуется стремительным развитием цифровых технологий, автоматизации и глобализации, что предъявляет особые требования к подготовке и компетенциям трудовых ресурсов. Человеческий капитал включает в себя знания, навыки, здоровье и творческие способности, которыми обладает население, и служит основой экономического роста, социального благополучия и международной конкурентоспособности страны.

Проблематика исследования состоит в выявлении путей эффективного управления человеческими ресурсами, способствующими повышению инновационности экономики. Особое значение приобретает правильное распределение финансовых потоков на образование, здравоохранение и науку, а также преодоление структурных перекосов в профессиональном обучении и рынке труда.

Современные тенденции показывают, что человеческий капитал в России используется недостаточно эффективно. Так, большинство выпускников предпочитают получать дипломы экономических и юридических факультетов, тогда как отечественная промышленность остро нуждается в инженерах, строителях, сельскохозяйственных специалистах и высококвалифицированных рабочих. Подобный разрыв приводит к нехватке профессионалов нужных специальностей и одновременно создает трудности с трудоустройством для обладателей ненужных рынку дипломов [1].

Другая проблема заключается в слабом развитии непрерывного профессионального образования. Большинство экономически активного населения России не участвует в программах дополнительного обучения, тогда как в передовых странах эта цифра достигает почти половины работающих граждан. Отсутствие мотивации к повышению квалификации негативно сказывается на производительности труда и внедряемости новых технологий [2].

Государственное регулирование должно включать меры, направленные на оптимизацию подготовки специалистов, привлечение молодежи к рабочим профессиям и обеспечение

равных возможностей для получения качественного образования независимо от доходов семьи. Необходимость постоянного совершенствования знаний должна закрепляться законодательными нормами и поощряться работодателями.

Эффективность инвестиционных усилий государства сильно влияет на будущее российской экономики. Особый акцент должен делаться на поддержке научно-исследовательских работ, интеграции отечественных ученых в международные сообщества и модернизации лабораторной базы университетов и исследовательских центров.

Повышение качества человеческого капитала станет залогом успешного перехода к инновационной модели экономики, обеспечивающей стабильность и процветание России в долгосрочной перспективе.

Библиографический список

1.Тактарова, С.В. Человеческий капитал как основной фактор инновационного развития государства / Тактарова С.В., Солдатова С.С. // Пензенский государственный университет, Россия, г. Пенза. – URL: https://www.elibrary.ru/item.asp?id=43843251

2. Кобенок, К. «Тренд на деградацию». Российские власти сократили расходы на науку в 2025 году / Кобенок К., Семенов А. // Газета «Такие дела» - URL: https://takiedela.ru/notes/sokraschenie-rashodov-na-nauku/

УДК 338.22.021.1

ГАРБИНА К.А., ЛАВРУХИНА О.В.

ЦИФРОВЫЕ ФИНАНСОВЫЕ АКТИВЫ КАК ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В феврале 2022 года наступил период неопределенности всего мира. Усугубление геополитических отношений, введение экономических санкций против России, уязвимость мировых цепочек поставок – эти обстоятельства вызывают необходимость изменения бизнес-процессов и увеличивают потребности компаний в финансировании, при этом традиционные рынки не всегда способны предложить необходимые решения.

Цифровые финансовые активы (ЦФА) представляют собой цифровые права, связанные с различными активами и зарегистрированные в сети блокчейн. Эти активы служат цифровыми аналогами займов, векселей, акций и облигаций, и могут быть выпущены на основе самых разнообразных ресурсов, включая золото, бриллианты и товары.

ЦФА не являются криптовалютами и не используются в качестве средств платежа. Они предоставляют владельцу право на актив и могут фиксировать определенные обязательства эмитента перед инвесторами, такие как выплаты процентов, часть прибыли или право на получение товара или услуги.

Использование цифровых активов имеет ряд преимуществ как для эмитентов, так и для инвесторов. Для эмитентов основными преимуществами являются: быстрый и простой доступ к финансированию, гибкость и программируемость активов, экономия на операционных затратах, возможность привлечения широкой аудитории инвесторов, создание ликвидного рынка для традиционно неликвидных активов, а также высокая достоверность и прозрачность информации. Инвесторы, в свою очередь, получают доступ к новым инструментам и активам, снижение барьеров входа на рынок и возможность диверсификации своих инвестиций. Роль в экономике России: ЦФА могут решать следующие задачи бизнеса: быстрое привлечение ликвидности, внутригрупповое фондирование, токенизация физических активов, финансирование строительства, управление отношениями с контрагентами.

Риски, связанные с цифровыми финансовыми активами:

- кибератаки,
- недоступность информационных систем,
- неправомерные действия платформ,
- недостаток ликвидных активов,
- риски базовых активов,
- потенциальные законодательные ограничения.

Практические кейсы: 1. ГК "Главстрой" выпустила ЦФА на 10 млн рублей с доходностью 9,5% годовых сроком на 30 дней. 2. Московская биржа реализовала пилотные проекты с "Газпром нефть" и "ГПБ-факторинг":- "Газпром нефть": выпуск 100 млн рублей на 58 дней под 13% годовых - "ГПБ-факторинг": выпуск 100 млн рублей на 1 день под 13% годовых.

Рекомендации для предприятий: оценить юридические аспекты, разработать стратегию использования, создать техническую инфраструктуру, обучить сотрудников, привлечь инвесторов, разработать маркетинговую стратегию, управлять рисками, проводить мониторинг и соблюдение норм.

Цифровые финансовые активы становятся значимым инструментом привлечения капитала. Они упрощают финансирование через смарт-контракты, обеспечивают прозрачность транзакций, но требуют тщательной оценки рисков и адаптивных стратегий в динамично меняющемся финансовом ландшафте.

УДК 007.52.004.8

ЗАХАРОВ М.А.

ЭТИКА И РЕГУЛИРОВАНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В современном мире как никогда насущна проблема искусственного интеллекта. Нейронные сети становятся лучше и быстрее. Технологические гиганты, такие как Microsoft и OpenAI вкладывают миллиарды долларов на развитие современных моделей машинного обучения[1]. Однако вместе с новыми технологиями приходят и новые испытания для нашего общества. Простота и скорость выполнения работ посредством общего искусственного интеллекта (AGI) выгодна крупным компаниям, для которых наибольший приоритет имеет прибыль и эффективность.

Одной и главных проблем любой модели искусственного интеллекта является проверка честности результата. Люди имеют права знать почему искусственный интеллект выдал тот или иной результат. Данное право называется “Право на объяснение” (Right to an Explanation[2]). Однако здесь появляется иная проблема. Большинство подобных разработок представляют собой модель так называемого чёрного ящика, системы, внутренняя структура которой настолько сложная и запутанная, что даже самим создателям не понять всех деталей её работы. По этому, для получения объяснения тех или иных результатов основной модели часто создаётся так называемая “Суррогатная модель [3]”, суть которой заключается в подражании изначальной модели чёрного ящика.

Однако эта система далеко от идеала. Группой исследователей [4] был проведён эксперимент, в котором они намеренно создали предвзятую модель. Итоги работы данного алгоритма отправлялись в модель LaundryML, созданную ими с целью рационализации изначально предвзятых результатов первого алгоритма. Результат эксперимента показал, что достаточно правильно сконструировать суррогатную модель, чтобы оправдать любые решения более крупного алгоритма типа чёрный ящик.

На данный момент все крупные державы мира проводят ускоренную работу над составлением законов о регулировании разработки и использовании искусственного интеллекта.Правительству Российской Федерации совместно с Государственной Думой Федерального Собрания Российской Федерации с учетом ранее данного поручения обеспечить внесение в законодательство Российской Федерации изменений, направленных на упрощение доступа хозяйствующих субъектов к участию в экспериментальных правовых режимах в сфере цифровых инноваций и установление ответственности за причинение вреда жизни, здоровью и имуществу граждан в результате тестирования и использования технологий ИИ.

Возможными способами регуляции ИИ являются запрет на использование ИИ крупными компаниями для рассмотрения резюме или оценки уровня эффективности сотрудника, а также ограничение на использование генеративных нейронных сетей для крупномасштабных корпораций. Также можно требовать обязательную отчётность об использовании AGI.

В заключение мы можем сказать, что искусственный интеллект – это мощный инструмент для человечества. Он способен облегчить работу миллионам людей, однако эту мощь нужно контролировать, регулировать. Безответственное и неосторожное использование ИИ может привести к непоправимым последствиям для нашего общества, крупные корпорации могут эксплуатировать мощь искусственного интеллекта ради экономии, однако полное табу на использование ИИ в обществе данных проблем не решит. Чтобы искусственный интеллект работал на пользу нашей цивилизации, нужно осторожно вводить новые методы регуляции нейронных технологий.

Библиографический список

1. OpenAI sees roughly $5 billion loss this year on $3.7 billion in revenue CNBC, 27.04.2024 URL:https://www.cnbc.com/2024/09/27/openai-sees-5-billion-loss-this-year-on-3point7-billion-in-revenue.html
2. Winikoff, M. Artificial Intelligence and the Right to Explanation as a Human Right / M. Winikoff, Ju. Sardelic // IEEE Internet Computing. – 2021. – Vol. 25, No. 2. – P. 116-120. – DOI 10.1109/mic.2020.3045821. – EDN XAPZHM.
3. Leif Hancox-Li. 2020. Robustness in machine learning explanations: does it matter? In Proceedings of the 2020 Conference on Fairness, Accountability, and Transparency (FAT* '20). AssociationforComputingMachinery, NewYork, NY, USA, 640–647
4. Ulrich Aivodji, Hiromi Arai, Olivier Fortineau, Sébastien Gambs, Satoshi Hara, Alain Tapp Proceedings of the 36th International Conference on Machine Learning, PMLR 97:161-170, 2019.

УДК 657.6.012.1

ЗЫБИН В.Д

АВТОМАТИЗАЦИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИЯ УЧЕТА И ОТЧЕТНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях глобализации и технологической революции, происходящей в XXI веке, предприятия сталкиваются с множеством вызовов, требующих от них быстрой адаптации и оптимизации бизнес-процессов. Одним из наиболее значительных направлений, способствующих повышению эффективности управления, является автоматизация и цифровизация процессов учета и отчетности.Автоматизация подразумевает делегирование определенных задач от человека к машине. В частности, в области бухгалтерского учета компьютеры могут выполнять такие функции, как расчет налогов, больничных и заработной платы, а также автоматическое заполнение типовых документов.Кроме того, автоматизация создает возмож-

ность формирования регистров по различным типам документации, что значительно упрощает процесс поиска необходимых документов. Взаимодействие с государственными органами становится более эффективным: сдача отчетов, запросы на сверку и общение с контролирующими органами могут осуществляться в удаленном формате, что дополнительно экономит время и ресурсы.

Для внедрения автоматизации на предприятии необходимо правильно выбрать и использовать соответствующие технологии. В зависимости от сложности внедряемой системы и наличия квалифицированных кадров, внедрение программного обеспечения (ПО) может осуществляться как внутренними ресурсами, так и с привлечением внешних консультантов. Для эффективной автоматизации процессов отчетности требуется внедрение технологических решений, соответствующих детально разработанным требованиям. Широкий спектр доступного на рынке программного обеспечения облегчает процесс выбора. В процессе выбора программного обеспечения, в дополнение к изучению опубликованных материалов, рекомендуется обращаться за консультациями к представителям компаний-разработчиков или дистрибьюторов для получения квалифицированной помощи и уточнений.Наибольшая популярность наблюдается у российских программных решений, что обусловлено специфическими характеристиками отечественных принципов бухгалтерского учета и необходимостью регулярного обновления программного обеспечения.

Автоматизированные механизмы должны обеспечивать следующие функции:1. Безошибочное выполнение математических вычислений.2. Поддержку планирования, заполнения, анализа и распечатки первичной отчетной документации в произвольном формате.3. Накопление результатов и вычисление процентов произвольной степени сложности.4. Доступ к информации и отчетам за предыдущие периоды.К числу наиболее распространенных программ для автоматизации бухгалтерского учета как на российском, так и на иностранном рынках относятся: 1С, «Парус», «Галактика», BOSS, БЭСТ, INFO-Бухгалтер, TURBO-бухгалтер, «Интегратор», Akkord и «Абакус».

УДК 004.8

КИСЕЛЁВА К.С. ГУДКОВА Д.В.

БУДУЩЕЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ФИНАНСАХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Нейросетевые технологии становятся ключевым фактором в формировании цифровой экономики, особенно в финансовом секторе, где традиционные методы анализа данных не справляются с постоянно растущим объёмом информации и динамично меняющейся средой [1].

Внедрение нейросетевых технологий несёт в себе значительные возможности для автоматизации процессов, повышения эффективности принятия решений и оптимизации управления рисками. Основные преимущества заключаются в их способности обрабатывать большие объемы данных, выявлять закономерности, прогнозировать тренды, адаптироваться к изменяющимся условиям и учитывать множество факторов.

Применение нейросетей в финансовой деятельности охватывает широкий спектр задач. В частности, они используются для повышения точности кредитного скоринга, позволяя более объективно оценивать кредитоспособность заёмщиков [2]. Нейросети также применяются для прогнозирования и анализа финансовых рынков, выявления скрытых закономерностей и взаимосвязей, что способствует принятию более обоснованных инвестиционных решений. Управление инвестиционными портфелями, выявление и предотвращение мошеннических операций, а также улучшение клиентского обслуживания посредством персонализи-

рованных предложений – это лишь некоторые из областей, где нейросети демонстрируют свою эффективность.

Развитие гибридных моделей, сочетающих различные подходы, использование Explainable AI (XAI) для создания прозрачных и понятных моделей, применение генеративно-состязательных сетей (GANs) для создания синтетических данных, и федеративное обучение для обеспечения безопасного сотрудничества между компаниями, являются перспективными направлениями, которые активно развиваются по сей день.

Однако, внедрение нейросетевых технологий в финансовый сектор сопряжено с рядом значительных рисков. К ним относятся нехватка квалифицированных специалистов, необходимых для разработки, внедрения и обслуживания сложных моделей. Этические вопросы, такие как дискриминация, обусловленная предвзятостью данных, требуют особого внимания [2]. Риск «черного ящика», связанный со сложностью интерпретации принимаемых решений, может вызывать недоверие и затруднять процесс принятия решений, кибербезопасность и зависимость от качества и количества данных.

Для успешного применения нейросетевых технологий необходимо инвестировать в обучение и повышение квалификации персонала, разрабатывать этические принципы и механизмы проверки решений, использовать Explainable AI (XAI) для повышения прозрачности, применять строгие меры кибербезопасности и уделять внимание сбору и обработке качественных данных.

В ближайшей перспективе ожидается дальнейшее расширение масштабов внедрения нейросетевых технологий, что позволит оптимизировать операции, формировать эффективные инвестиционные стратегии, автоматизировать процессы и обеспечивать непрерывную поддержку клиентов. В долгосрочной перспективе перспективным представляется объединение нейросетевых технологий с квантовыми вычислениями. Успешное внедрение требует постоянного совершенствования моделей, устранения пробелов и адаптации технологий для устойчивого развития финансовой индустрии.

Библиографический список

1. Клевцов, Д. В. Перспективы использования нейронных сетей в современной экономике // Журнал «Integral» 2020. С. 289-295

2. Фрадин, Н.И. Перспективы применения нейросетевых моделей в экономике и финансах // Финансовый ун-т / 2022. С. 440-444

УДК 338.2

КОЧЕГАНОВА Л.М.

ПРИМЕНЕНИЕ ГИБКИХ МЕТОДОЛОГИЙ В КРУПНЫХ КОМПАНИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Agile-подход к управлению разработкой ПО настолько популярен, что сегодня его рассматривают чуть ли не как отраслевой стандарт. Agile (гибкая методология разработки) – это обобщающий термин для большого числа подходов и практик, при котором выбор подходящего фреймворка под конкретный проект – самостоятельная задача.

В ходе эволюции в некоторых крупных организациях классический проектный менеджмент превратился в бюрократическую дисциплину, нацеленную на перераспределение ответственности. В некоторых случаях это стало приводить к абсурдным ситуациям, при которых даже незначительные изменения обрастали большим количеством согласующих лиц, процедур, документов, различных комитетов, сводя на нет возможность любых преобразований. Понимая, что проводить изменения в рамках бюрократической фабрики затруднитель-

но, рынок озаботился поиском новой идеи. Ею стал Agile, который заявляет о приоритете результата и интересов потребителя над внутренними процедурами и документами.

Наиболее широко Agile распространен в сфере информационных технологий, а именно в разработке ПО. Гибкие методы прочно обосновались в процессах создания софта для e-commerce, банкинга, коммуникаций и всех тех областей, где скорость реакции разработчиков на потребности заказчика должна быть максимальной [1].

Когда интернет-гиганты успешно внедрили Agile, он начал экспансию далеко за пределы сферы разработки ПО. Об использовании Agile сообщают Bosch, Tesla и SpaceX.

Agile применяют в разных отраслях. Например, 86% международных разработчиков ПО используют Agile.

Agile также используют в R&D, обслуживании клиентов, маркетинге и коммуникациях, управлении продажами, HR, финансовой сфере и администрировании. В перечисленных областях использование Agile варьируется от 78% до 83%.

Agile в практике современных компаний – не столько набор инструментов или методов, сколько образ мышления и действия. Вне зависимости от выбранного фреймворка применение Agile-практик должно помочь компании в создании новой культуры, которая будет способствовать постоянному обучению, адаптации и совершенствованию. [2]

Главные сторонники методологии – ИТ-компании, страховщики, банки и телеком – все те, кому постоянно приходится адаптироваться к требованиям клиентов. Идеи Agile находят применение и в производственном секторе, прежде всего в подразделениях, которые создают новые продукты. Гибкой методологией пользуются чиновники правительства Москвы и Минобразования РФ.

Гибкие методы проектного управления обеспечивают наилучшую реакцию компаний на запросы рынка. Вносить разнообразие в свой проектный менеджмент начинают и крупные корпорации, которые ранее брезговали методами, не обеспечивающими получения четко определенного результата к жестко установленному сроку. Причина изменения приоритетов состоит в том, что лица, отвечающие за развитие бизнеса компаний, начинают иначе воспринимать свои задачи. Именно продуктовая логика руководителей может стать основным драйвером развития менеджмента в ближайшие годы.

Библиографический список

1. Стеллман, Э., Грин Дж. Постигая Agile : пер. с англ. С. Пасерба. М. : Манн, Иванов и Фербер, 2017. С. 16–17.
2. Coplien J. O., Harrison N. B. Organisational patterns of agile software development. Upper Saddle River, NJ, USA: Pearson Prentice Hall, 2004. 432 c.

УДК 378

КОЧЕГАНОВА Л.М.

ЧТО ТАКОЕ ПРОЕКТ «ЦИФРОВЫЕ КАФЕДРЫ»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Основным вызовом цифровой трансформации вуза является влияние учебного процесса на качество итогового образовательного результата, а также повышение мотивации студентов и преподавателей, формирование и эффективное освоение индивидуальных образовательных траекторий. Цифровая трансформация должна изменить технологию образования, сформировать эффективные методы использования существующих информационных систем для передачи знаний, компетенций, навыков и квалификаций, с учетом формирования индивидуальных траекторий обучающихся. К 2030 году вузы должны готовить специалистов, способных в своих предмет-

ных областях проводить предиктивную аналитику данных, собираемых и генерируемых информационными системами (платформами), а также интерпретировать альтернативы и оценивать сценарные решения. Для современных студентов цифровая среда должна быть естественным окружением, вследствие чего вуз должен меняться в соответствии с требованиями времени и под запросы обучающихся.

Инициатором нового совместного проекта «Цифровые кафедры» явились два министерства: Министерство науки и высшего образования и Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации.

Совместный проект направлен на создание возможностей для повышения квалификации и получения новой профессии в сфере информационных технологий. Современный рынок требует цифровых компетенций, отражающих знания, умения, мотивацию и ответственность по четырем направлениям (информационная и медиакомпетентность, коммуникация, техносфера и потребление), в которых должны быть отражены индикаторы компетенций, связанных трудовыми функциями и трудовыми действиями. Особая роль отводится проекту «Цифровые кафедры», реализация которого будет способствовать значительному повышению компетентности обучаемых и, как следствие, преобразованию существующих вузов в более эффективные «цифровые вузы».

Ускоренная подготовка специалистов в сфере информационных технологий, формирование компетенций в области создания алгоритмов и компьютерных программ стали стимулом для пересмотра стратегии развития дополнительного профессионального образования в вузе, новых подходов к разработке и реализации программ профессиональной переподготовки, вовлечения в эти процессы большого числа преподавателей вузов и сотрудников IT-компаний региона.

Цифровая трансформация образования и подготовка кадров для цифровой экономики сегодня представляются одним из стратегических направлений развития академической среды. Необходимость формирования цифровых компетенций обусловлена национальными целями развития Российской Федерации и развитием цифровой экономики.

Модель ускоренной подготовки специалистов в области информационных технологий активно внедряется сегодня вузами – участниками Программы академического лидерства «Приоритет 2030» в рамках специального проекта «Цифровая кафедра», предоставляющего студентам очной и очно-заочной форм обучения уникальные возможности «для повышения квалификации и получения новой профессии в сфере информационных технологий», приобретения и практического применения цифровых компетенций в «области создания алгоритмов и компьютерных программ, пригодных для практического применения».

Стратегические изменения в подходах к дополнительному профессиональному образованию тесно связаны со спецификой ценностных трансформаций современного российского общества в условиях цифровизации. Такие трансформации оказывают существенное влияние на ценности образования и оценку его результатов, в том числе, с точки зрения приспособленности обучающегося к социальным процессам в контексте больших рисков и вызовов.

УДК 378

КОЧЕГАНОВА Л.М.

ЦИФРОВАЯ ЭКОСИСТЕМА ВЫСШЕГО УЧЕБНОГО ЗАВЕДЕНИЯ – СОВРЕМЕННЫЙ ТРЕНД В ОБЛАСТИ ОБРАЗОВАНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Сектор образования требует особого внимания при изучении экосистемного подхода. В начале 2000-х годов научное сообщество ввело термин «образовательная экосистема», тесно связанный с процессом познания. Данная концепция базируется на инновационном

управлении и координации учебного процесса, где специалисты приобретают умения через контакты с окружающим миром.

Образовательная экосистема функционирует по аналогии с биологической системой - ее структура направлена на развитие и совершенствование каждого элемента в динамичных рыночных условиях. Такая модель предполагает обоюдовыгодное сотрудничество всех участников. Студенты осваивают разнообразные дисциплины благодаря результативным методам преподавания, а экономика получает профессионалов с востребованными навыками.

Образовательную экосистему можно охарактеризовать как пространство активного взаимообмена между учебными заведениями, педагогами, учащимися и провайдерами образовательных услуг. Их постоянное взаимодействие способствует формированию личности на всех этапах обучения [1].

Вуз создает базу для разработки инноваций и внедрения современных технологий. Эффективное взаимодействие с внешней средой помогает формировать надежные партнерские связи. Детальный разбор университетской среды раскрывает весь потенциал образовательного пространства.

Исследование концепции экосистемы в сфере образования основывается на анализе экономических и предпринимательских аспектов. Для точного определения данного термина необходим комплексный подход к изучению имеющихся формулировок. Примечательно, в большинстве источников «экосистема университета» упоминается достаточно редко.

Современное понимание экосистемы образовательного учреждения базируется на трех направлениях (обучающая среда, предпринимательская платформа и инновационное пространство). Данные аспекты активно применяются российскими и международными экспертами при изучении системного подхода в академической сфере.

Повсеместная компьютеризация общества трансформирует академическую сферу. Термин «цифровая экосистема университета» набирает популярность среди специалистов из-за многогранности понятия «цифровой университет».

Образовательная экосистема представляет собой динамичную структуру, объединяющую социальные и экономические связи между внутренними элементами вуза и внешними партнерами из различных сфер на принципах взаимной выгоды.

Сотрудничество университета с внешними партнерами базируется на взаимовыгодных интересах. Образовательные организации способствуют достижению целей сторонних участников, а те помогают развивать научную, инновационную и образовательную деятельность вуза. Такая кооперация улучшает эффективность университетской среды, создает благоприятные условия для партнеров и формирует базу инновационных, научно-исследовательских и бизнес-проектов, оказывающих позитивное влияние на экономику государства.

1.Ковалева, Т.М. Экосистемный подход в образовании: начало пути // Непрерывное образование в контексте будущего: Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции. Москва, 2021. – с. 25-31.

УДК 330.341.4

КРЮКОВА Т.М.

ЦИФРОВАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РОССИИ: НА ПУТИ К INDUSTRY 4.0

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Цифровая трансформация (ЦТ) становится императивом для повышения конкурентоспособности российской промышленности в условиях глобальной экономики, характеризующейся технологическим ускорением и фрагментацией рынков. Внедрение технологий

Индустрии 4.0, таких как промышленный интернет вещей (IIoT), искусственный интеллект (ИИ), анализ больших данных (BigDataAnalytics), облачные вычисления и аддитивные технологии (AdditiveManufacturing), создает предпосылки для радикального повышения операционной эффективности, кастомизации продуктовой линейки, оптимизации цепочек поставок и перехода к новым бизнес-моделям, основанным на данных. [1]

Текущий ландшафт цифровой трансформации в российской промышленности характеризуется тем, что несмотря на декларации о стратегической значимости ЦТ и реализацию ряда государственных программ (в частности, национальный проект «Цифровая экономика Российской Федерации» и приоритетный проект «Национальная технологическая инициатива»), промышленность демонстрирует гетерогенную картину внедрения цифровых технологий, присутствует межотраслевая дифференциация: лидерами цифровизации выступают ресурсоемкие отрасли (нефтегазовая, металлургическая), обладающие значительными финансовыми ресурсами и высоким уровнем автоматизации традиционных процессов. В этих секторах активно внедряются системы предиктивной аналитики (PredictiveAnalytics) на основе машинного обучения, платформы цифровых двойников для моделирования и оптимизации производственных процессов, а также инструменты интеллектуального управления цепочками поставок. В то же время, отрасли с высокой трудоемкостью (легкая и пищевая промышленность, машиностроение) характеризуются более низким уровнем цифровой зрелости, что обусловлено сложностью интеграции цифровых решений и ограниченностью инвестиционных ресурсов в производственные циклы. Большинство российских промышленных предприятий находятся на стадиях «цифрового новичка» и «цифрового последователя», что предполагает автоматизацию отдельных бизнес-процессов и фрагментарное внедрение цифровых инструментов. Лишь незначительное количество предприятий достигли стадии «цифрового лидера», характеризующейся комплексной цифровой трансформацией, формированием цифровых платформ и активным использованием данных для принятия стратегических решений. Но несмотря на существующие барьеры, ЦТ открывает значительные перспективы для российской промышленности, позволяя оптимизировать производственные процессы, разрабатывать новые продукты и услуги, оптимизировать цепочки поставок, развивать новые бизнес-модели и создавать экосистемы инноваций.

Цифровая трансформация российской промышленности представляет собой сложный и многогранный процесс, требующий комплексного подхода и согласованных действий со стороны государства, бизнеса и научных кругов, но она позволит создать благоприятные условия для внедрения цифровых технологий, повысить конкурентоспособность российской промышленности и обеспечить устойчивый экономический рост. Однако, необходимо учитывать, что успех ЦТ зависит не только от внедрения технологий, но и от изменения организационной культуры, развития человеческого капитала и формирования инновационной экосистемы.

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.

УДК 004.8

ЛИПЯНИНА Д.П., ТИЩЕНКО П.С.

НЕЙРОСЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В БИЗНЕСЕ: ВОЗМОЖНЫЕ РИСКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы новым инструментом цифровизации стал искусственный интеллект (ИИ). Из-за потребности во внедрении новых решений для бизнеса нейросетевые технологии

стали широко применяться в различных областях человеческой деятельности, включая экономическую и финансовую сферу. Интеграция искусственного интеллекта, не смотря на ряд преимуществ, сопряжена с рядом вызовов и ограничений. Для классификации рисков, на основе исследований «Исследование цифровизации 2023» компании HawkingBros и «Искусственный интеллект – драйвер изменений экономики и финансов» компании Kept, составлен перечень проблем, с которыми сталкиваются компании при внедрении технологий искусственного интеллекта в российский бизнес [1][2]. Каждому барьеру присвоена оценка по 5-балльной шкале, учитывающая вероятность возникновения проблемы и степень её влияния на бизнес-процессы. Система оценивания:

1. Вероятность возникновения проблемы: 1 - не возникнет; 2 - маловероятно; 3 - средняя вероятность; 4 - очень вероятно; 5 - почти произошло;
2. Степень влияния проблемы: 1 - незначительная; 2 - минимальная; 3 - средняя; 4 - критичная; 5 - очень сильная;

Проблемы с самой высокой оценкой по обоим критериям требуют приоритетного внимания, так как они одновременно высоко вероятны и сильно влияют на процесс. Проблемы со средними значениями можно рассматривать как существенные препятствия, которые могут помешать внедрению ИИ, если не обратить на них внимания. Следовательно, проблемы с наименьшей оценкой: второстепенные риски, требующие менее срочного реагирования.

Серьезные препятствия: высокая стоимость внедрения AI и недостаток квалифицированных кадров. Данные факторы получили 5 баллов влияния и 5 балла вероятности. Эти проблемы требуют первоочередного внимания. Для решения этих проблем следует, например, вложить инвестиции в обучение сотрудников, наладить партнерства с образовательными учреждениями и внедрять технологии поэтапно.

Менее значимые проблемы: отсутствие необходимости использования ИИ (5 влияния и 4 вероятности), недостаток информации о возможностях ИИ (5 и 4), отсутствие ИТ-инфраструктуры (4 и 4), отсутствие стратегии в области ИИ (4 и 4), отсутствие методологии (4 и 2), юридические и этические риски (3 и 3). Возможные решения таких проблем: демонстрация успешных кейсов, пилотные проекты для доказательства эффективности ИИ.

Наименее значимые барьеры: разрозненность данных (3 и 2), недостаточная вовлеченность руководства (2 и 3). Риски оцениваются как умеренные, но их игнорирование может замедлить интеграцию ИИ. Для их устранения следует создать единые стандарты управления информацией в компании, повысить мотивацию руководства внедрить единую систему, объединяющую все данные.

Матрица, построенная на основе составленного перечня проблем, может быть использована в стратегическом планировании при внедрении инструментов ИИ в бизнес-процессы. Её применение актуально при формировании дорожных карт цифровой трансформации, поскольку матрица позволяет определить, какие проблемы требуют первоочередного решения и как распределять ресурсы на устранение наиболее критичных барьеров при инвестиционном планировании. Результаты анализа рисков могут быть полезны для разработки программ поддержки цифровизации бизнеса.

Библиографический список

1. Исследование уровня цифрового развития бизнеса в 2023-м году [Электронный ресурс]. – URL: https://vc.ru/marketing/684915-issledovanie-urovnya-cifrovogorazvitiya-biznesa-v-2023-g (дата обращения: 26.04.2025).
2. Искусственный интеллект – драйвер изменений экономики и финансов [Электронный ресурс]. – URL: https://kept.ru/news/iskusstvennyy-intellekt-drayver-izmeneniy-ekonomiki-i-finansov/ (дата обращения: 26.04.2025).

УДК 339.9

МАТВЕИЧЕВ А.А.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СУВЕРЕНИТЕТ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ЛИДЕРСТВО: СОПОСТАВЛЕНИЕ И ПУТИ ДОСТИЖЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В статье исследуются ключевые аспекты технологического суверенитета и технологического лидерства, их взаимосвязь и роль в обеспечении национальной безопасности и экономической устойчивости. Технологический суверенитет определяется как способность государства самостоятельно разрабатывать и внедрять критически важные технологии, снижая зависимость от внешних поставщиков. Технологическое лидерство предполагает доминирование на мировых рынках и влияние на глобальные стандарты.

Анализируется текущее состояние технологического развития России, включая динамику финансирования науки (1,6 трлн руб. в 2023 г., 0,96% ВВП) и зависимость от импорта в ключевых секторах (микроэлектроника, IT, фармацевтика). Рассмотрены меры государственной политики, такие как программы «Цифровая экономика» и «Национальная технологическая инициатива», а также challenges, включая бюрократические барьеры и дефицит кадров. Предложены рекомендации по укреплению технологического суверенитета: усиление координации между государством, бизнесом и наукой, стимулирование коммерциализации разработок и развитие международного сотрудничества. Подчеркивается необходимость комплексной стратегии для достижения лидерства в условиях глобальной технологической конкуренции.

УДК 656.614.3

ПОТКИНА Д.С., ВАРСЕЕВ Д.Н.

ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СЕВЕРНОГО МОРСКОГО ПУТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие движения по маршруту Мурманск – Петропавловск-Камчатский осуществляется через Северный морской транзитный коридор (СМТК), длина которого составляет 5600 км. Северный морской путь (СМП), позволяет соединить европейские и азиатские рынки, за счет переориентации отправки некоторой части транзитных грузов, происходит разгрузка южных морских путей. Влияние на экономику Российской Федерации началось с этапа строительства самой необходимой инфраструктуры, направленной на развитие данного маршрута. Выполняются задачи, поставленные на увеличение перевозок по СМП [1,2]. На рис. 1 представлен график, отражающий реальную динамику по увеличению грузоперевозок по северному морскому пути в период с 2015 по 2024 гг.. За анализируемые 10 лет реальный прирост составил 590 %, с 2023 по 2024 гг. число грузоперевозок увеличилось на 3,6 %.

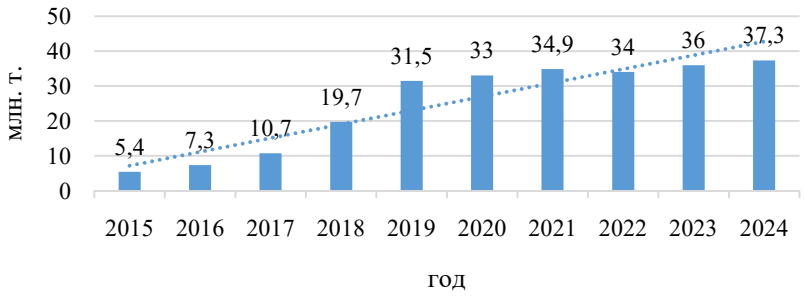


Рис. 1. Объемы перевозок по СМП, 2015-2024 гг., млн. т.

Одно из главных преимуществ СМП – быстрый и наименее затратный доступ к важнейшим ресурсам Арктического шельфа и Сибирским месторождениям. Порядка 10 % всех мировых объемов нефти добывается на арктическом шельфе Российской Федерации, а также более 25 % природного газа. Основу перевозок по СМТК составляет: сжиженный природный газ (СПГ) – 57,7 %; нефть – 21,4 %; газовый конденсат – 3,5 %; уголь – 1,6 %; на прочие грузоперевозки приходится 15,9 % от всего объема перевозимых грузов.

Библиографический список

1. **Поткина, Д. С.** Развитие транспортных сетей арктической зоны РФ / Д. С. Поткина, А. В. Павлов // Молодежь и научно-технический прогресс в современном мире : Сборник материалов XII-й Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, Москва, 20–21 апреля 2023 года. – Москва: ООО "Издательство "Спутник+", 2023. – С. 40-44.
2. **Болгаров, Н. И**. Логистический подход к использованию видов транспорта / Н. И. Болгаров, О. В. Федоров, Н. А. Ермошин. – Москва : Общество с ограниченной ответственностью "Издательство "КноРус", 2014. – 192 с.

УДК 37.022

ПРЯДИЛОВ М. А.

ИНТЕГРАЦИЯ ИГРОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В УЧЕБНЫЕ ПРОЦЕССЫ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ВОВЛЕЧЁННОСТИ И МОТИВАЦИИ УЧАЩИХСЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

В условиях цифровой трансформации образования традиционные методы обучения всё чаще оказываются недостаточно эффективными для поколения, которое выросло во времена интерактивных технологий. Одним из перспективных решений этой проблемы становится геймификация – осознанное внедрение игровых элементов в учебный процесс. Этот подход основывается на естественной человеческой склонности к игре, превращая обучение в увлекательный процесс [1].

Основная сила геймификации заключается в её способности воздействовать на внутреннюю мотивацию учащихся. Такие игровые элементы, как система уровней и прогресса, создают ощущение постоянного развития, когда каждый освоенный навык или понятие становится новым «уровнем» в образовательном процессе. Визуализация достижений через бейджи и рейтинги даёт учащимся чёткое понимание своего роста, что особенно важно в условиях, когда результаты обучения не всегда очевидны сразу. Соревновательные элементы при грамотном применении могут стимулировать здоровую конкуренцию, а командные задания – развивать навыки сотрудничества и коммуникации [2].

Особого внимания заслуживают образовательные симуляции и ролевые игры, которые позволяют учащимся примерять на себя профессиональные роли и решать сложные задачи в безопасной виртуальной среде. Например, экономические симуляторы дают возможность понять законы рынка на практике, а исторические реконструкции помогают «прожить» важные события прошлого. Такие форматы не просто делают обучение интереснее – они создают эмоциональную связь с материалом, значительно улучшая его усвоение.

Однако эффективное внедрение геймификации требует тщательного планирования. Слишком сильный акцент на соревновательных элементах может вызвать стресс у части учащихся, а избыток игровых механик – отвлечь от самих учебных целей. Важно найти баланс, при котором игровые элементы будут не просто развлекать, а служить инструментом достижения конкретных образовательных результатов. Преподавателям необходимо учиты-

вать возрастные особенности аудитории, специфику предмета и индивидуальные предпочтения учащихся.

Практический опыт показывает, что наиболее успешными оказываются те геймифицированные курсы, где игровые элементы органично внедрены в образовательный процесс. Такие платформы, как Kahoot или Quizizz демонстрируют, как можно превратить проверку знаний в увлекательное соревнование, а проекты вроде MinecraftEducationEdition – как создать целые виртуальные миры для изучения сложных концепций. Ключевой принцип успешной геймификации – не просто добавить «игровую оболочку», а переосмыслить сам подход к обучению, сделав процесс познания по-настоящему захватывающим и значимым для каждого учащегося [3].

Таким образом, геймификация представляет собой не временный тренд, а серьёзный педагогический инструмент, способный решать одну из главных проблем современного образования – проблему мотивации. При грамотном применении она позволяет создать такую образовательную среду, где учащиеся не просто усваивают информацию, а активно вовлекаются в процесс познания, развивая при этом критическое мышление, креативность и другие навыки, необходимые в XXI веке. Главное помнить, что игра в образовании – это не самоцель, а средство для достижения глубоких и осмысленных результатов обучения.

Библиографический список

1. Биджиева, С.Х. Геймификация образования: проблемы использования и перспективы развития / Биджиева С.Х., Урусова Ф.А.-А. // Мир науки. Педагогика и психология, 2020 №4. – URL: https://mir-nauki.com/PDF/34PDMN420.pdf (доступ свободный)
2. Косулин, В. В. Использование игровых механик в преподавании для повышения мотивации и вовлеченности учащихся / Косулин В. В., Расумова З. Ш., Зизаева А.А. // Экономика и управление: проблемы, решения. 2024. № 9. Т. 13, С. 150-157. – URL: https://doi.org 10.36871/ek.up.p.r.2024.09.13.018
3. Использование игровых технологий в обучении: геймификация образовательного процесса [Электронный ресурс]. – URL: https://elibrary.ru/download/elibrary_67906532_95076424.pdf

УДК 657.1.011.56

ТИЩЕНКО П.С., ЛИПЯНИНА Д.П.

ЦИФРОВИЗАЦИЯ БУХГАЛТЕРСКОГО УЧЕТА И ОТЧЕТНОСТИ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире невозможно представить успешную организацию, которая не ведет учет. Грамотное ведение бухгалтерского учета и отчетностей стало неотъемлемой частью работы любого предприятия, поэтому стоит рассмотреть нюансы цифровизации данного аспекта. Сейчас особенно активно развиваются технологии по ведению учета и формированию отчетностей, ведь для современного бухгалтера цифровые программы стали главными инструментами в работе.

Цифровизация бухгалтерского учета и отчетности – комплексное усовершенствование процессов ведения бухгалтерского учета и формирования отчетности на предприятиях путем внедрения и активного использования цифровых технологий. С помощью нее повышается: эффективность работы, точность вычислений, прозрачность всех внутренних финансовых процессов предприятия. Поэтому в настоящие уже сложно представить работу бухгалтера без использования цифровых программ и технологий.

Рассматривая данную тему в работах других авторов, можно заметить, что многие го-

ворят об особенностях и подчеркивают минусы в цифровизации бухгалтерского учета и отчетности, поэтому хотелось бы рассмотреть какие виды цифровизации в этой сфере мы можем наблюдать уже сейчас. Чухрова О.В. в своей работе выделяет только основные цифровые технологии [1]. Необходимое структурирование данного фактора и выделение классификации представлено в табл. 1.

Таблица 1

Классификация цифровизации бухгалтерского учета и отчетности

По степени автоматизации:			
Частичная цифровизация	Комплексная цифровизация	Полная цифровизация	
По уровню интеграции:			
Локальная цифровизация	Интегрированная цифровизация	Внешняя цифровизация	
По используемым технологиям:			
Цифровизация на основе локального программного обеспечения	Цифровизация на основе облачных технологий	Цифровизация на основе ERP-систем	
По масштабу предприятия:			
Цифровизация для малого бизнеса	Цифровизация для среднего бизнеса	Цифровизация для крупного бизнеса	
По функциональности:			
Цифровизация первичного учета	Цифровизация синтетического и аналитического учета	Цифровизация налогового учета	Цифровизация формирования отчетности
По степени изменения бизнес-процессов:			
Автоматизация	Рационализация	Реинжиниринг	Трансформация

1. Чухрова, О.В. Цифровизация бухгалтерского учета как эффективный элемент управления. Проблемы учета, анализа, аудита и статистики в условиях рынка: Ученые записки. Вып. 25. / Ростовский государственный экономический университет "РИНХ", 2022. С. 112.

УДК 339

ШТАПОВ А.Д., УЗБЕКОВА А.С.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ И ВИЗУАЛЬНЫХ ЯЗЫКОВЫХ МОДЕЛЕЙ В ПОДДЕРЖКЕ КЛИЕНТСКОГО ОПЫТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Бизнес-процесс поддержки клиентского опыта (на примере Яндекс Маркет) включает приём и обработку обращений покупателей и продавцов по вопросам оформления заказов, оплаты, возвратов, технических проблем и работы личного кабинета. Основные каналы коммуникации – чат, почта и звонки. Основными точками входа при этом являются мобильное приложение и веб-сайт. Задача службы поддержки – максимально быстро, точно и удобно отвечать на запросы или передавать их в соответствующую команду смежников, чтобы удерживать лояльность клиентов и обеспечивать высокий уровень сервиса.

Основные сложности данного бизнес-процесса связаны с высокой нагрузкой на операторов в периоды пиковых продаж (сезонные продажи), неконструктивными или шаблонными ответами операторов, затруднённой обработкой мультимедийных обращений (например, фото повреждений товара при возврате), долгим обучением и вводом новых специали-

стов в работу, а также частыми ошибками операторов, связанными с человеческим фактором.

Особенно стоит отметить, что дезинформация со стороны операторов или значительная задержка при ответе могут привести к финансовым и репутационным рискам. В дальнейшем, это может оказать серьёзное негативное влияние на имидж всего бренда.

Для решения выявленных в ходе анализа бизнес-процесса поддержки клиентского опыта (на примере Яндекс Маркет) проблем авторами исследования предложено использовать:

1) генеративные языковые модели, которые трансформируют клиентский опыт, обеспечивая персонализированные, быстрые и последовательные ответы на запросы;

2) визуальные языковые модели, позволяющие автоматизировать поддержку по мультимедийным обращениям (фото товаров с дефектами, скриншоты ошибок). Ранее это было невозможно автономно автоматизировать, без участия человека;

3) интеграцию GPT-подобных систем, которые могут снизить нагрузку на операторов и позволить сфокусироваться на нестандартных ситуациях;

4) генеративные модели, ускоряющие обучение новых операторов через генерацию типовых кейсов и шаблонов ответов;

5) RAG (Retrieval-AugmentedGeneration) – генерацию, дополненную поиском, которая значительно повышает точность ответов больших языковых моделей (LargeLanguageModel, LLM), комбинируя генеративную силу модели с достоверными данными о товарах и справочных материалах маркетплейса;

6) перевод операторов от роли исполнителей к «модераторам» автоматизированных систем поддержки;

7) синтез LLM, VLM (Vision-LanguageModel) и RAG, который создаст новый стандарт автономной автоматизированной поддержки будущего: клиент загружает фото товара, модель идентифицирует проблему и генерирует точный ответ с опорой на актуальные правила маркетплейса.

Кроме того, со временем, языковые модели смогут не только давать ответы, но и совершать действия (оформление возврата, переоформление заказа), опираясь на корпоративные базы данных.

СЕКЦИЯ 12
УПРАВЛЕНИЕ КОММУНИКАЦИЯМИ В РЕАЛЬНОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКЕ

УДК 659

АНДРЮХИНА О.А

АНАЛИЗ КОММУНИКАТИВНОГО АСПЕКТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ФОТОГРАФА-ФРИЛАНСЕРА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире визуальное восприятие играет ключевую роль в понимании и интерпретации получаемой информации. Это объясняет растущую популярность услуг фотографа, творческая деятельность которого позволяет не только запечатлеть и передать информацию, вызвать эмоции, сохранить моменты истории, но и выстроить коммуникацию с определенным сегментом целевой аудитории, привлечь внимание и создать положительное впечатление об услуге, об объекте сьемки, о личном бренде фотографа.

Наряду с реализацией творческих аспектов деятельности, важной задачей фотографа-фрилансера является продвижение своих услуг как комплекса мер, которые направлены на привлечение новых клиентов, формирование лояльности аудитории и увеличение продаж. Достижение этих целей фотографом, работающим под личным брендом, поддерживается, в том числе, уникальным оформлением аккаунта, использованием нестандартных инструментов продвижения. В условиях высокой конкуренции и цифровизации рынка, эффективное продвижение – ключевой фактор успеха для фотографа. Важнейшие элементы продвижения включают создание качественного онлайн-портфолио и активное присутствие в социальных сетях, учет изменяющихся потребностей и ожиданий потребителей. Акцент на визуальный контент, таргетированная реклама и эксклюзивное продвижение личного бренда позволяют привлечь целевую аудиторию и выделить уникальный стиль. Продвижение, как выстраивание и управление коммуникациями с целевыми группами общественности, включает демонстрацию стиля и личности фотографа, работу с отзывами, участие в конкурсах, а также онлайн-присутствие с использованием SEO и социальных сетей. Комплексный подход, сочетающий различные стратегии и инструменты, с учетом специфики творческой профессии и запросов целевой аудитории, обеспечивает узнаваемость бренда, его конкурентоспособность и способствует формированию лояльности клиентов.

Особенно востребованным в деятельности фотографа является женский портрет, ведь он выполняет не только функцию красивого изображения, но и работает на самооценку, помогает женщинам раскрыться и полюбить себя. Реклама, подчеркивающая эти аспекты женского портрета, – это не просто инструмент продвижения услуг, а призыв к преображению, уверенности и самовыражению, привлекающий внимание и находящий живой эмоциональный отклик у целевой аудитории. Такая реклама, акцентирующая внимание на ценности снимков как инструмента самопознания и самоощущения, позволяет выделиться на фоне конкурентов и привлечь клиентов, ищущих не просто фотографа, а проводника в мир красоты и уверенности в себе. Для успешного продвижения творческой деятельности фотографа по созданию женского портрета важно грамотно определить интересы и ценности данного сегмента целевой аудитории, сконцентрировать внимание на создании релевантного контента, делающего акцент на эстетике, женственности и эмоциях. Визуальное представление должно отражать выбранный стиль портрета, привлекать моделей разного возраста и внешности, и использовать подходящие локации. Эффективное продвижение включает использо-

вание сайта с онлайн-галереей, Pinterest и других платформ, а также ведение блога с личными историями и полезными советами. Кроме того, организация взаимного продвижения фотографа, стилиста и визажиста позволит расширить аудиторию, совместные акции с магазинами косметики и одежды привлечь новых моделей, а участие в выставочно-презентационной деятельности – повысить репутацию и конкурентоспособность. Ключевым является индивидуальный подход в работе с целевой аудиторией, позволяющей каждой женщине повысить самооценку, полюбить себя через искусство фотографии. Данный процесс может включать в себя авторскую обработку снимков, особый стиль съемки, клиентоориентированность или нестандартные акции, что позволит сформировать свою аудиторию, ее лояльность бренду.

Составление стратегии продвижения необходимо начать с создания четкого плана действий, направленного на достижение конкретных целей (узнаваемость, привлечение клиентов). Стратегия помогает скоординировать усилия, выбрать подходящие методы продвижения и оптимизировать бюджет. Корректировка стратегии важна, потому что рынок постоянно меняется, и то, что работало вчера, может быть неэффективным сегодня. Анализ результатов и гибкая адаптация позволяют вовремя реагировать на изменения, внедрять новые подходы и повышать эффективность продвижения. Без постоянной корректировки стратегия может устареть и привести к неоптимальным результатам.

Библиографический список

1. Щелик С.Ю. Формирование и продвижение личного бренда в сфере фотоуслуг на основе концепции человекоориентированного маркетинга / Щелик С.Ю., Будрин А.Г., Солдатова А.В. // Практический маркетинг. – 2024. – №4(322). – С.9-18
2. Дубовая, К.А. Стратегии развития личного бренда через онлайн платформы и социальные медиа // Практический маркетинг. – 2023. – №9(315). – С.48-53
3. Питерс, Т. Преврати себя в бренд / Т. Питерс. – М.: Манн, Иванов и Фербер. 2013. – 240 с. 110-132.
4. Уиллер, А. Индивидуальность бренда. Руководство по созданию, продвижению и поддержке сильных брендов / А. Уиллер. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004 [Электронный ресурс]. – URL: https://www.litres.ru/book/alina-uiller/individualnost-brenda-rukovodstvo-po-sozdaniu-prodvizheniu-i-7255281/chitat-onlayn/ Дата обращения: 20.04.2025.
5. Личный бренд и позиционирование фотографа [Электронный ресурс]. – URL: https://blog.vigbo.com/lichnyj-brend-i-pozitsionirovanie-fotografa Дата обращения: 20.04.2025.
6. Горин А. Формула успешного фотографа. Или чему не научат в фотошколе / А. Горин – М.: Литрес. – 2019. – с.290.

УДК 659

БАГУРИНА С.Н.

СОВРЕМЕННЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ ПРОДВИЖЕНИЯ ГОСТИНИЧНЫХ УСЛУГ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном мире технологии развиваются стремительно, предпочтения клиентов быстро меняются и гостиничный бизнес часто сталкивается с проблемами в процессе развития и функционирования. Выход из проблемных ситуаций, постоянно сопровождающих растущий и активно развивающийся гостиничный бизнес, предполагает поиск и реализацию перспективных направлений деятельности, способствующих достижению поставленных целей. В условиях высокой конкуренции в сфере гостеприимства одним из ключевых элементов достижения успеха выступает эффективное продвижение своих услуг. Поскольку от то-

го, какие каналы, инструменты и методы продвижения будут выбраны, зависит имидж отеля, его репутация и способность поддерживать конкурентоспособность.

На данный момент продвижение гостиничных услуг может осуществляться не только с помощью традиционных методов, но и с применением инновационных подходов, которые основываются на использовании цифровых инструментов и платформ. К современным способам продвижения гостиничных услуг относится, в частности, digital-маркетинг. Digital-маркетинг (цифровой маркетинг), предполагает использование разнообразных цифровых методов, направленных на продвижение гостиничного бизнеса. Обращение к таким традиционным на сегодняшний день инструментам digital-маркетинга как поисковая оптимизация сайта (SEO), контекстная и таргетированная реклама, email-рассылки и продвижение в социальных сетях, может дополняться новыми, расширенными коммуникациями с целевой аудиторией в цифровом пространстве. К таким инструментам продвижения можно отнести цифровое телевидение, цифровые рекламные баннеры, виртуальные экраны и QR-коды, позволяющие перейти на цифровой ресурс компании.

В настоящее время гостиничные предприятия создают аккаунты в социальных сетях для регулярной публикации контента, новостей, фотографий и видео. Отели активно используют социальные сети и мессенджеры для продвижения своих услуг, используя такие инструменты как размещение информации о специальных предложениях и акциях, организация взаимодействия с аудиторией в игровых формах (квизы, тесты, викторины, интеллектуальные игры и т.д.), общение с клиентами посредством чат-ботов и виртуальных помощников и т.д. Активное формирование программы лояльности (накопительные баллы, бонусы, скидки) позволяет выстраивать доверительные и долгосрочные отношения с клиентами. Всё это помогает создать положительный имидж отеля и привлечь внимание потенциальных гостей.

Современные отели заинтересованы в формировании качественного видеоконтента, содержащего развернутую и актуальную информацию об отеле, его номерах, услугах, что позволяет потребителям ознакомиться с преимуществами отеля и получить эмоциональное впечатление от информативного видеоряда. Видеоролики можно размещать на официальном сайте, в социальных сетях и на других платформах. Видеоролики, в частности, могут быть в формате виртуальных туров по отелю, позволяющих получить реалистичное впечатление о предоставляемых услугах и повысить заинтересованность в бронировании номера.

Кроме того, достаточно распространены сейчас партнерские отношения предприятий гостиничного бизнеса с компаниями, имеющими схожую целевую аудиторию, с целью обмена контактами, размещения взаимных постов, формирования общих инфоповодов, проведения совместных активностей и т.д.

Гостиничный бизнес сегодня активно использует приложения для мобильных устройств, позволяющие клиентам бронировать номера, узнавать информацию об отеле, его услугах, а также общаться с персоналом. Сотрудники могут использовать их для приёма и обработки запросов от гостей.

На сегодняшний день продвижение гостиничных услуг требует комплексного подхода и использования различных инструментов и каналов. Традиционные методы, такие как реклама в СМИ и наружная реклама, всё ещё актуальны, но их эффективность значительно уступает инновационным подходам. Использование новых и продуцирование инновационных подходов к продвижению гостиничного бизнеса позволит не только привлечь новых клиентов, но и удержать существующих, повысить узнаваемость бренда и увеличить прибыльность бизнеса.

Библиографический список

1. Олишевко К.А., Кравцова Т.С. Современные методы продвижения гостиничных услуг / К.А. Олишевко, Т.С. Кравцова [Электронный ресурс]. – URL: file:///C:/Users/Екатерина/Downloads/sovremennye-metody-prodvizheniya-gostinichnyh-uslug.pdf Дата обращения: 18.04.2025.

2. Коновалова, Е.Е. Современные маркетинговые инструменты продвижения гостиничных услуг / Коновалова Е.Е., Макушева О.Н. // СЕРВИС PLUS – 2024. – Т.18 №3. – С 20-35

3. Павлович, П.В. Реклама в социальных сетях как современный способ рекламирования гостиничных предприятий в Интернете [Электронный ресурс]. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/reklama-v-sotsialnyh-setyah-kak-sovremennyy-sposob-reklamirovaniya-gostinichnyh-predpriyatiy-v-internete/viewer Дата обращения: 20.04.2025.

4. Кирпичева, А.В. Инструменты продвижения в интернет-среде на рынке гостиничного бизнеса // Молодой ученый. – 2022. – № 49 (444). – С. 119-121. [Электронный ресурс]. – URL: https://moluch.ru/archive/444/97397/ Дата обращения: 20.04.2025.

5. Джанджугазова, Е.А. Технология продвижения гостиничного продукта / Е.А. Джанджугазова – М., 2024. – 176 с.

УДК 339

ГРИШИНА А.А.

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ СМИ «УРБАН МЕДИА» НА ПРИМЕРЕ САЙТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В связи с развитием спроса на недвижимость многие люди начали использовать сайты для ознакомления с застройщиками и их предложениями. Анализ поисковой статистики может помочь выявить наиболее популярные сайты СМИ с тематикой о недвижимости.

Сайты стали использоваться для продвижения как коммерческих, так и социальных организаций. Люди посещают страницы СМИ, чтобы получить актуальную информацию о выбранном регионе, и чем более интересной она будет, тем выше вероятность того, что человек выберет этот регион для покупки жилья. Сайты недвижимости ориентируются не только на местных жителей, но и на тех, кто задумывается о переезде в данный регион в качестве значимой аудитории.

Во время учебного периода родители задумываются о том, как разнообразить досуг своего ребенка и направить его энергию на поглощение интересной и полезной информации. У родителей есть возможность посетить социальные сети ознакомиться с рейтингами, отзывами организации дополнительного образования, проанализировать и выбрать наиболее оптимальный вариант.

Объектом исследования являются сайты СМИ рассказывающие о недвижимости в Казани, Екатеринбурге и Нижнем Новгороде. С целью более широкого анализа дополнительно были выбраны два региона России.

Одним из наиболее популярных методов продвижения сайта в интернете является SEO (Search Engine Optimization) – это комплекс мер, направленных на улучшение позиций сайта в результатах поисковой выдачи по релевантным запросам. К основным компонентам SEO относятся:

- анализ ключевых слов: Определение наиболее популярных и релевантных запросов, которые пользователи используют для поиска информации о городской среде, урбанизме, архитектуре и других темах;
- оптимизация контента: Создание качественного, уникального и информативного контента, содержащего ключевые слова и отвечающего на запросы пользователей. Это включает в себя оптимизацию заголовков, подзаголовков, мета-описаний, изображений и текста;

- техническая оптимизация: Обеспечение корректной работы сайта, скорости загрузки страниц, адаптивности к мобильным устройствам и других технических параметров, влияющих на ранжирование в поисковых системах;
- внешняя оптимизация: Получение качественных обратных ссылок с других авторитетных сайтов, что является важным сигналом для поисковых систем о значимости ресурса.

Таким образом, необходимо классифицировать информацию для разного круга лиц, например: студенты, родители студентов, потенциальные покупатели. Данная классификация помогает разделить на группы аудиторию и подобрать нужную для них информацию и контент.

Раскрутка за счет таргетинговой и контекстной рекламы.

Сегменты целевой аудитории – несмотря на возможность высоких охватов и отсутствие географических привязок, следует проводить сегментацию аудитории перед выходом на конкретную интернет-площадку. Это позволяет выбрать подходящий тип позиционирования в соответствии с возрастной и социальной категориями зрителей или читателей.

Основной контент определяет модель взаимодействия с пользователями, а также дает дополнительные возможности: например, получение обратной связи в режиме реального времени, оценку трафика и расширение формата публикаций.

Tone-of-voice зависит от позиции бренда, характеристик целевой аудитории и коммуникационной стратегии продвижения в интернете.

Чтобы настроить этот вид рекламы, необходимо четко знать и понимать портрет потенциальной целевой аудитории [2].

Под целевой аудиторией понимаются лица, которым будет интересен контент группы. Для создания рекламы нужно выбрать пол, возраст, страну проживания, сферу интересов пользователей. Именно на их страницах будет высвечиваться потенциально привлекательная информация. Если целевая аудитория выбрана, верно, то уже через несколько суток группа наполнится несколькими сотнями подписчиков. Услуга настройки таргетированной рекламы платная, цену можно посмотреть в настройках профиля «Яндекс Директ».

На начальном этапе раскрутки сайта СМИ в интернете полезно рассмотреть возможность размещения рекламы на популярных платформах и в тематических сообществах. Для этого можно использовать специализированные площадки, где представлена информация о группах и блогах, подходящих для вашей аудитории. Важно провести исследование и выбрать наиболее активные и релевантные ресурсы, чтобы максимизировать охват.

Рекламные посты могут быть размещены на определенное время, что позволяет гибко управлять рекламным бюджетом и оценивать эффективность кампании. Этот метод считается легитимным и безопасным, если используется в рамках правил платформы.

Также стоит рассмотреть возможность взаимного пиара с другими сайтами или блогами, которые имеют схожую тематику. Это может быть осуществлено через публикацию рекламных материалов на одном ресурсе в обмен на аналогичные действия с вашего сайта. Такой подход помогает увеличить видимость и привлечь новую аудиторию.

В дополнение к этому, важно изучить возможности контент-маркетинга: создание качественного и актуального контента, который будет интересен вашей целевой аудитории. Регулярное обновление информации, использование SEO-оптимизации и активное взаимодействие с читателями через комментарии и обсуждения помогут установить доверительные отношения и повысить лояльность к вашему ресурсу.

Таким образом, для успешного продвижения сайта СМИ в интернете необходимо комбинировать различные методы, включая рекламу, взаимный пиар и создание качественного контента, что позволит эффективно привлекать внимание к вашему ресурсу и расширять аудиторию.

УДК 339.138

КИТОВА Е.А.

РОЛЬ PR-ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В СОЗДАНИИ ИМИДЖА МЕДИЦИНСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ КЛИНИКИ «ТОНУС»)

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях современной конкуренции на рынке медицинских услуг особое значение приобретает формирование позитивного имиджа организации. Сегодня пациенты все чаще делают выбор в пользу тех клиник, которые не только предоставляют качественные медицинские услуги, но и активно работают над укреплением своей репутации в глазах общественности. Эффективная PR-деятельность становится важнейшим инструментом построения доверительных отношений с целевой аудиторией, повышения узнаваемости бренда и укрепления конкурентных позиций.

На примере клиники «Тонус» можно наглядно проследить, каким образом грамотные коммуникационные стратегии способствуют формированию положительного восприятия медицинской организации и обеспечивают устойчивое развитие на рынке. Рассмотрение опыта данной клиники позволяет глубже понять роль и механизмы Public Relations в сфере здравоохранения.

PR-деятельность в медицинской сфере включает в себя широкий спектр задач: от информирования населения о медицинских услугах и достижениях до формирования эмоциональной привязанности и доверия пациентов к учреждению. Особая специфика медицины – высокая социальная ответственность и этические требования – предъявляет особые требования к построению коммуникаций.

Клиника «Тонус» является одним из ярких примеров применения PR-стратегий: комплексный подход к построению имиджа, активное взаимодействие со СМИ, работа в цифровых каналах и участие в общественно значимых проектах позволяют ей сохранять лидерские позиции и укреплять репутацию среди пациентов.

В данной статье будет рассмотрено, какие именно формы и методы PR-деятельности использует клиника «Тонус», как они влияют на восприятие организации в обществе и какие результаты удалось достичь благодаря системной коммуникационной политике.

Библиографический список

1. Березина, Д. В. Социально-психологическое значение имиджа в практике управления персоналом // Научно-практический вестник педагогических инноваций. 2006. № 4.
2. Панфилова, А. П. Имидж делового человека. М.: ИВЭСЭП; Знание, 2007. 496 с.
3. Шарков, Ф.И. Имидж фирмы: технологии управления. - М., 2006, стр. 132-133.

УДК 659

КОМАРОВА Ю.В.

ОСОБЕННОСТИ РЕКЛАМНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ УЧРЕЖДЕНИЯ КУЛЬТУРЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Рекламная деятельность играет ключевую роль в формировании имиджа и популяризации учреждений культуры. В условиях современного общества, где информация распространяется с небывалой скоростью, учреждения культуры сталкиваются с необходимостью не только привлекать внимание к своим программам и мероприятиям, но и формировать устойчивый интерес у целевой аудитории. Реклама становится важным инструментом, позво-

ляющим донести до общественности ценность культурных инициатив, повысить уровень посещаемости и вовлеченности населения в культурные процессы.

1. Общие характеристики рекламной деятельности учреждения культуры

Целью является не столько прямая продажа (хотя и она важна), сколько формирование имиджа учреждения, привлечение аудитории, повышение культурного уровня населения, продвижение культурных ценностей. Объект рекламы не только конкретные мероприятия (спектакли, выставки, концерты), но и сама культурная среда, атмосфера учреждения, его история и вклад в развитие культуры. Аудитория также специфична, часто характеризуется высоким уровнем образования и интереса к культуре. Требуется более тонкий и интеллектуальный подход.

2. Особенности выбора каналов и инструментов продвижения

Приоритетные каналы, ориентированные на культурную аудиторию: специализированные СМИ, культурные порталы, блоги, социальные сети (Instagram, Telegram, Вконтакте). Активное использование digital-маркетинга: SMM, контент-маркетинг, таргетированная реклама. Сотрудничество с другими учреждениями культуры, СМИ, образовательными учреждениями, туристическими организациями. Партнерские программы и кросс-маркетинг: совместные акции с бизнесом, ориентированным на схожую целевую аудиторию. Наружная реклама: использование афиш, баннеров, растяжек в местах скопления целевой аудитории. Связи с общественностью (PR): организация пресс-конференций, интервью, участие в культурных мероприятиях, взаимодействие с блогерами и лидерами мнений.

3. Специфика рекламного контента

Необходим творческий подход к созданию рекламных материалов, использование художественных образов, апелляция к чувствам и ценностям аудитории. Также нужно избегать преувеличений и ложных обещаний, делать акцент на уникальности и ценности предлагаемого культурного продукта. Размещение положительных отзывов критиков и зрителей, создание атмосферы доверия также важно. Организация дискуссий, конкурсов, опросов, вовлечение зрителей в процесс создания культурного продукта. Подчеркивание важности посещения культурных мероприятий для развития личности и общества.

4. Оценка эффективности рекламной деятельности

Оценку эффективности можно провести по нескольким критериям. Во-первых, можно провести анализ посещаемости. Отслеживание количества посетителей, посетивших мероприятие/учреждение после проведения рекламной кампании. Во-вторых, проводится оценка охвата и вовлеченности в социальных сетях. Анализ количества лайков, репостов, комментариев, переходов по ссылкам. Также нужно уделить внимание изучению отзывов и рецензий. Выявление мнения аудитории о рекламной кампании, ее эффективности и влиянии на принятие решения о посещении можно выявить с помощью проведения опросов. Также проводится анализ конверсии (отслеживание количества посетителей, перешедших на сайт/платформу продажи билетов из рекламных материалов).

УДК 339.138

КРАСАВИНА А.О.

ВНУТРЕННЕЕ ПРОДВИЖЕНИЕ НА МАРКЕТПЛЕЙСЕ WILDBERRIES КАК СРЕДСТВО УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ В ЭЛЕКТРОННОЙ КОММЕРЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В последние годы цифровизация коммерческой деятельности стала ключевым элементом стратегии развития компаний, функционирующих в том числе в реальном секторе

экономики. Примером этого служит интенсивное развитие маркетплейсов, таких как Wildberries, предоставляющих бизнесу уникальные возможности для реализации продукции и взаимодействия с потребителями [1]. Внутреннее продвижение на этих платформах приобретает особую значимость как инструмент применения эффективных коммуникационных стратегий, направленных на увеличение продаж и укрепление имиджа бренда.

В данном контексте внутреннее продвижение на Wildberries рассматривается не только как маркетинговая задача, но и как комплексное управление коммуникациями, влияющее на взаимодействие с клиентами и восприятие товара.

Первостепенным средством коммуникации на маркетплейсе является визуальное оформление и SEO-оптимизация карточки товара. Через фотографии, инфографику и описание формируются первое впечатление, доверие и мотивация к покупке.

Отзывы потребителей и рейтинг товара представляют собой элементы обратной связи, которые определяют восприятие товара среди потенциальных покупателей. Управление этими показателями и эффективное реагирование на негативные отзывы являются важными задачами в рамках коммуникационного менеджмента на маркетплейсе.

Мощными инструментами для стимулирования покупок и коммуникации с пользователями Wildberries выступают акции и скидки. Выгодные ценовые предложения привлекают внимание и формируют у клиентов ощущение ценности покупки. Активное участие в акциях позволяет бренду не только повысить видимость товара, но и укрепить свою позицию на рынке, подчеркнув конкурентоспособность.

Наличие продукции на складах и скорость ее доставки становятся значимыми компонентами пользовательского опыта. Оперативное выполнение заказов играет ключевую роль в повышении лояльности клиентов, что делает логистику важным элементом коммуникационного процесса [2].

Еще одним ключевым направлением внутреннего продвижения на маркетплейсе является использование встроенных рекламных инструментов, направленных на повышение видимости товара и увеличение охвата целевой аудитории. Запуск рекламных кампаний (продвижение в поиске и каталоге, баннеры, рекомендательные полки) обеспечивает возможность целенаправленного управления потоками внимания пользователей, что позволяет реализовывать эффективные коммуникационные стратегии на платформе.

Не менее важным аспектом выступает мониторинг ключевых показателей эффективности (KPI). Анализ CTR и конверсий в корзину и заказ позволяют своевременно корректировать коммуникационную стратегию [3]. Это помогает брендам адаптироваться к изменяющимся запросам аудитории, повышая результативность их присутствия на онлайн-площадке.

На основе вышеизложенного можно сделать вывод, что внутреннее продвижение на платформе Wildberries представляет собой сложную задачу, требующую интеграции не только стандартных маркетинговых инструментов, но и эффективного управления коммуникационными процессами на различных этапах взаимодействия с потребителями.

Библиографический список

1. 8 трендов бизнеса в 2025 году / [Электронный ресурс] // Хакасия.ру : [сайт]. — URL: https://www.khakasia.ru/blog/8-trendov-biznesa-v-2025-godu-ii-b2b-marketpleysy-komyuniti-i-ne-tolko/ (дата обращения: 24.04.2025).

2. Как продвигать товары на Wildberries / [Электронный ресурс] // inSales : [сайт]. — URL: https://www.insales.ru/blogs/university/prodvizhenie-na-wildberries (дата обращения: 24.04.2025).

3. Казанов Д. Продвижение товаров на Wildberries / Казанов Д. [Электронный ресурс] // PromoPult : [сайт]. — URL: https://www.insales.ru/blogs/university/prodvizhenie-na-wildberries (дата обращения: 25.04.2025).

УДК 339.138

КРОТ Г.И.

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ТОВАРОВ И УСЛУГ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Стратегия продвижения представляет собой общий план, определенные шаги и действия, которые должны привести к выполнению тех или иных маркетинговых целей бизнеса, будь то вывод нового продукта на рынок или смена позиционирования компании. Стратегия продвижения в сети Интернет имеет ряд своих особенностей, которые необходимо учитывать при ее разработке.

1. Анализ рынка

Этап анализа рынка компании подразумевает под собой сбор информации из открытых и закрытых источников или проведение маркетинговых исследований с целью выявления текущего состояния рынка, его емкости (в деньгах, объеме товара), динамики, различных трендов. На основе полученной информации можно сделать выводы о том, какие продукты сейчас пользуются спросом, как поделен рынок между конкурентами, присутствует ли выраженная сезонность, как категория поддается влиянию внешних факторов.

2. Анализ конкурентов

Процесс анализа конкурентов строится от определения тех бизнесов, которые можно определить, как конкурента. Конкурент – это организация, услуга или продукт которой продаются на одном рынке и нацелены на привлечение идентичной целевой аудитории. Как правило, конкурент находится с клиентом на одном уровне и мало чем отличается от продвигаемого нами бизнеса. Для установления оптимальной картины деятельности конкурентов берется от 6 до 10 бизнесов в конкретной категории.

3. Анализ целевой аудитории

Каждый бизнес нацелен на потребителей с конкретными поведенческими и социально-демографическими характеристиками. Для составлений эффективной стратегии продвижения жизненно важно составить полноценные сегменты целевой аудитории для более точного представления того, как покупают тот или иной продукт, какие медиаресурсы используют потребители, какой контент потребляют, на основании чего принимают решение о покупке, какой канал покупки наиболее удобен, в каком регионе находится наибольшее скопление аудитории, какие жизненные ценности у покупателей.

4. Аудит текущего размещения рекламы в Интернете

На данном этапе происходит техническая и оптимизационная проверка рекламных кабинетов Яндекс Директ и VK Реклама. Производится полная проверка настройки рекламы. Также, на основе отчетов о размещение за какой-либо период оценивается эффективность рекламных кампаний, их результат и возможные ошибки в оптимизационных действиях.

5. Выбор рекламных инструментов

Опираясь на собранную ранее информацию, специалист по стратегии составляет перечь инструментов для эффективного продвижения товаров или услуг клиента с учетом текущих бизнес целей. Помимо списка этих инструментов обязательно нужно подготовить медиаплан, который должен содержать в себе период рекламной кампании, название инструмента, параметры таргетинга на аудиторию, метрики эффективности (CTR, CPC, CR, CPO, ДРР и так далее), бюджет.

УДК 658.8

КУЛЕМИНА Д.А.

ПРОДВИЖЕНИЕ СТАРТАПА В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современных условиях развития цифровых технологий интернет-продвижение становится ключевым инструментом для стартапов, стремящихся занять свою нишу на рынке. Эффективное использование социальных сетей, сайтов и маркетинговых платформ позволяет не только продвигать продукцию, но и формировать лояльное сообщество вокруг бренда. Согласно исследованиям, успешная цифровая стратегия основывается на синтезе технологической оптимизации, анализе данных и глубокого понимания поведенческих паттернов целевой аудитории [1].

Первостепенным элементом является создание устойчивого онлайн-присутствия, где веб-ресурс выполняет функцию центра коммуникации. Профессиональный дизайн, сочетающий эргономику и визуальную семиотику, будет способствовать снижению когнитивной нагрузки пользователей. Например, скорость загрузки страниц, оптимизированная до 2-3 секунд, коррелирует с повышением конверсии на 30-50 %, как демонстрируют данные GoogleAnalytics. Интерактивные элементы, например, такие как призывы к действию, активируют механизмы принятия решений, трансформируя пассивных посетителей в активных участников взаимодействия [2, с. 100].

На начальных этапах развития стартапа, когда ресурсы ограничены, эффективным решением становится использование одностраничного сайта. Такой формат, в отличие от многостраничных ресурсов, концентрирует внимание пользователя на ключевом предложении, минимизируя когнитивную нагрузку и сокращая путь до целевого действия – регистрации или покупки. Кроме того, одностраничный сайт служит связующим звеном для других каналов продвижения.

Еще одним важным каналом взаимодействия с целевыми аудиториями являются социальные сети. Они выступают каналом дистрибуции контента. Алгоритмы, основанные на машинном обучении, позволяют таргетировать аудиторию по демографическим и психографическим параметрам. Регулярная публикация экспертного контента (аналитических обзоров, кейсов, видеоформатов) формирует нарратив доверия, усиливая перцепцию бренда. Особого внимания для реализации стартапа на российском рынке заслуживают такие платформы как «Вконтакте» и Telegram. Социальная сеть «Вконтакте», обладая широким охватом аудитории в возрасте 18-35 лет, предоставляет стартапам инструменты для создания сообществ, таргетированной рекламы с гибкими настройками геолокации. Telegram, в свою очередь, можно использовать как платформу для формирования закрытых экосистем: боты, автоматизирующие обратную связь, каналы с эксклюзивными материалами и т.п.

Таким образом, цифровые технологии и правильная стратегия интернет-продвижения позволяют значительно повысить узнаваемость стартапа и создать прочную основу для его дальнейшего роста.

Библиографический список

1. Лебедева, М.Ю. Информационные технологии в маркетинге: возможности и перспективы / М.Ю. Лебедева // Вестник МГТУ. 2021. № 5. – С. 82–89.
2. Скобелева, Е.И. Управление рекламной коммуникацией как условие эффективного взаимодействия с целевыми аудиториями / Е.И. Скобелева, М.В. Прохорова, Н.В. Скобелева // Актуальные вопросы экономики, менеджмента и инноваций. – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – С. 99-102.

УДК 658.8

ПЕТРОВ К.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КРИПТОВАЛЮТ И БЛОКЧЕЙН-ТЕХНОЛОГИЙ В СОВРЕМЕННОЙ РЕКЛАМЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современный рекламный рынок находится на пороге значительных перемен благодаря внедрению блокчейн-технологий и криптовалют. Эти инновации не только предлагают новые инструменты для взаимодействия между брендами, платформами и аудиторией, но и позволяют решить давние проблемы отрасли.

Одним из ключевых преимуществ блокчейна является прозрачность. В традиционной рекламе рекламодатели часто сталкиваются с неясностью, куда именно уходят их бюджеты, сколько реальных пользователей видят их объявления и насколько честны посредники в отчетности. Блокчейн, как децентрализованная база данных, фиксирует каждую транзакцию и действие в неизменяемом виде. Это позволяет создать открытую рекламу, где все участники (от рекламодателя до площадки) видят, как распределяются средства, сколько кликов действительно совершено и какую прибыль приносит каждая кампания.

Еще одна проблема, которую решает блокчейн – борьба с мошенничеством. По оценкам экспертов, до 30 % рекламного бюджета теряется из-за ботов, накрутки кликов и фальшивых аккаунтов [1, с. 32]. Технология блокчейна позволяет отслеживать происхождение каждого клика и идентифицировать подозрительную активность.

Блокчейн дает возможность точечной персонализации без ущерба приватности. Сейчас сбор данных для таргетинга часто вызывает недоверие пользователей из-за утечек. Блокчейн-решения позволяют анонимизировать данные и хранить их в зашифрованном виде. Пользователь может сам решать, какой информацией делиться с рекламодателями, а бренды – получать доступ только к тем данным, которые необходимы для настройки релевантной рекламы. Это создает баланс между эффективностью и защитой личного пространства.

Криптовалюты, в свою очередь, открывают новые форматы монетизации. Пользователи могут получать вознаграждения в токенах за просмотр рекламы, участие в опросах. Это меняет парадигму взаимодействия: вместо раздражения от навязчивых баннеров аудитория вовлекается в процесс, чувствуя свою выгоду.

Также криптовалюты делают простыми и выгодными микроплатежи. Например, небольшие вознаграждения в токенах можно отправлять за выполнение простых действий, таких как: подписка, лайк или репост. Особую актуальность это приобретает для молодой аудитории, которая ценит мгновенность и прямоту в коммуникации с брендами.

Таким образом, блокчейн и криптовалюты постепенно превращают рекламу из одностороннего монолога в диалог, где выигрывают все участники. Рекламодатели получают прозрачность, снижение затрат и точные метрики, пользователи – контроль над своими данными и вознаграждение за внимание, а рынок в целом – защиту от мошенничества и новые форматы взаимодействия. Технологии еще только начинают свой путь в этой сфере, но их потенциал очевиден: они не просто оптимизируют процессы, а меняют саму философию рекламы, делая ее честнее, умнее и человечнее.

Зайцева, Е.А. Технологии контекстной рекламы / Е.А. Зайцева, М.В. Прохорова // Актуальные проблемы социальной коммуникации: – Н. Новгород: НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2013. – С. 31-34.

УДК 339.138

САВЕЛЬЕВ А. А.

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ ЛИЧНОГО БРЕНДА ЧЕРЕЗ TELEGRAM-КАНАЛ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Личный бренд в современном мире становится неотъемлемой частью успеха как для предпринимателей, так и для профессионалов, стремящихся выделиться среди конкурентов и построить доверительные отношения с аудиторией. Личный бренд – это не просто набор профессиональных достижений, а целый образ, который человек создает для других. Он включает в себя уникальные качества, ценности, стиль общения и видение, что помогает человеку быть узнаваемым и востребованным.

Один из эффективных способов продвижения личного бренда сегодня – это использование Telegram-канала. В России Telegram остается одной из самых популярных социальных платформ с аудиторией более 30 миллионов пользователей. Telegram позволяет не только делиться своими мыслями и опытом, но и напрямую взаимодействовать с аудиторией, создавая персонализированный контент и обеспечивая высокий уровень вовлеченности.

Telegram-канал является отличной платформой для продвижения личного бренда. Этому способствует несколько причин:

1) высокая степень доверия пользователей к каналам, что может существенно повысить лояльность аудитории;
2) в Telegram нет алгоритмов, которые ограничивают охват контента, как это происходит в социальных сетях. Все подписчики видят сообщения на канале, если не отключили уведомления;
3) удобство и свобода в формате контента – от текстовых сообщений до видеороликов и опросов, которые позволяют разнообразить подачу информации и наладить двустороннюю коммуникацию.

Для успешного продвижения личного бренда через Telegram важно учитывать несколько аспектов. Во-первых, нужно определить целевую аудиторию и понять, какой контент будет интересен и полезен именно ей. Во-вторых, важно поддерживать регулярность публикаций, чтобы не терять интерес подписчиков. Третий аспект – это активное взаимодействие с аудиторией, например, проведение опросов, ответы на комментарии и создание эксклюзивного контента для подписчиков канала.

Не стоит забывать и о визуальной составляющей контента. Хотя Telegram ориентирован на текст, хорошие изображения, инфографика и видеоматериалы способны значительно повысить привлекательность канала и улучшить восприятие информации. Кроме того, создание единого стиля и подачи контента способствует формированию узнаваемости личного бренда.

По данным исследования, проведенного в 2023 году, 57% россиян активно используют Telegram для получения новостей и информации [1]. Таким образом, Telegram-канал — это мощный инструмент для продвижения личного бренда. Он дает возможность не только делиться экспертными знаниями, но и строить отношения с аудиторией, развивать лояльность и узнаваемость.

1. Исследование о способах получения информации об актуальных событиях россиянами – Режим доступа: https://tass.ru/obschestvo/21881197 (Дата обращения 27.04.2025)

УДК 339.138

УРУДЖЕВ М.З.

РАЗРАБОТКА СТРАТЕГИИ ПРОДВИЖЕНИЯ КОМПАНИИ НА РЫНКЕ РЕКРУТИНГОВЫХ АГЕНТСТВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях высокой конкуренции на рынке рекрутинговых услуг компании необходимо разрабатывать уникальные стратегии, чтобы выделяться среди множества аналогичных предложений. В данном исследовании рассматривается разработка стратегии продвижения для рекрутингового агентства «Церебро». Данная стратегия направлена на увеличение конкурентоспособности компании и привлечение новых клиентов.

Анализ показал, что наиболее актуальными факторами успеха компании являются качественное выполнение услуг, умение подбирать кадры под специфические запросы клиентов и активное использование цифровых каналов для привлечения трафика. Уникальная торговая стратегия, основанная на высоком уровне персонализации услуг, может стать ключевым фактором в конкуренции с другими агентствами. Например, внедрение системы индивидуального подхода к каждому клиенту и потенциальному кандидату уже доказало свою эффективность, что позволяет компании формировать долгосрочные отношения с клиентами, повышая уровень их удовлетворенности.

Для достижения поставленных целей автор рекомендует использовать современные методы продвижения, такие как контент-маркетинг и активное присутствие в социальных сетях. Создание обучающих видео, вебинаров и публикация статей с советами по карьерному росту одновременно повысит узнаваемость бренда и продемонстрирует экспертность компании.

Актуальным становится и привлечение клиентов через обратную связь. Важно, чтобы клиент мог оставить отзыв о качествах предоставленных услуг. Это можно сделать через различные платформы, благодаря чему компания будет получать важную информацию о своей работе и улучшать сервис на основе реальных отзывов пользователей.

Ключевым этапом в разработке стратегии продвижения является проведение SWOT-анализа. Он позволяет выявить сильные и слабые стороны компании, а также возможности для роста и угрозы, с которыми она может столкнуться. Результатом данного анализа стало понимание важности инновационных подходов, таких как использование технологий машинного обучения для отбора кандидатов, что значительно увеличивает точность подбора персонала.

В результате исследования были сформулированы рекомендации, которые включают создание учебных материалов для соискателей и работодателей, а также активное использование интернет-рекламы, что позволит существенно увеличить охват аудитории и, как следствие, повысить количество новых клиентов. Также полезно привлекать внимание к программе лояльности, чтобы улучшить удержание клиентов.

Основные направления стратегии включают оптимизацию сайта, продвижение в Telegram, проведение email-рассылок, рассылок в мессенджерах, а также участие в отраслевых мероприятиях, таких как конференция GPDAYS. Работа над сайтом организации стала важным этапом в улучшении digital-стратегии компании. Была предложена новая структура сайта, ориентированная на постепенное вовлечение клиента, акцент на ключевые услуги и демонстрацию результатов работы. Оптимизация сайта, включая техническую настройку, улучшение контента и юзабилити, позволит повысить конверсию и улучшить позиции в поисковых системах. Сайт был переработан с учетом лучших практик digital-маркетинга, что позволило увеличить его эффективность как инструмента для привлечения B2B-клиентов.

Применение комплексного подхода к маркетинговой стратегии, включающего как цифровые, так и оффлайн-инструменты, является ключевым фактором успеха в условиях вы-

сокой конкуренции. Внедрение предложенных рекомендаций даст компании «Церебро» конкурентные преимущества и поможет ей занять устойчивую позицию на растущем рынке рекрутинговых услуг.

УДК 659.44

ФРОЛОВ М.А.

ПРОЕКТ УПРАВЛЕНИЯ КОММУНИКАЦИЯМИ В СФЕРЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексеева

Управление коммуникациями в реальном секторе экономики представляет собой сложный и многогранный процесс, который лежит в основе эффективного функционирования предприятий и организаций. В современном мире информация становится одним из ключевых ресурсов, умение правильно организовать обмен данными и выстроить взаимодействие между всеми участниками производственного и экономического процессов приобретает особую важность. В основе управления коммуникациями лежит понимание того, что каждая организация — это живой организм, где взаимодействие между людьми, подразделениями и внешними партнерами должно быть четко скоординировано. Отсутствие грамотно выстроенного взаимодействия с общественностью влечет за собой потерю доверия, репутации, а также прибыли для компании.

В качестве примера преодоления проблем коммуникативного характера и формирования программы управления коммуникациями рассмотрим деятельность Госкорпорации «Росатом» по реализации пилотного энергетического проекта – Якутской АСММ.

Исторически у общества сложилось неоднозначное мнение об атомной энергетике в связи с раннее происходившими авариями на АЭС. По данным исследования энергетической консалтинговой компании RadiantEnergyGroup, опубликованным в феврале 2024 года, 28% опрошенных в разных странах мира высказались против развития атомной энергетики. В опросе участвовали более 20 тысяч человек из России, КНР, Индии, Швеции, Южной Кореи, Франции, Филиппин, Норвегии, ЮАР, США, Великобритании, Бельгии, Канады, Австралии, Германии, Италии, Японии, Бразилии, Испании и ОАЭ [1]. Результаты опроса свидетельствуют о необходимости корректировки информационно-коммуникативной политики энергетических компаний с целью изменения мнения негативно настроенной общественности в отношении перспектив развития атомной энергетики.

Госкорпорация «Росатом» на данный момент реализует довольно значительное количество как зарубежных, так и отечественных проектов. Одним из самых популярных и актуальных на сегодняшний день является строительство атомной станции малой мощности (АСММ) в Усть-Янском районе Якутии. АСММ позволит вывести экономику республики на новый уровень за счет постоянного потока электроэнергии для обеспечения добычи полезных ресурсов в регионе, а также создания комфортных условий проживания для населения.

Однако, несмотря на все перспективы, которые АСММ способна реализовать в Якутии, определенный процент местного населения, в связи с недостаточным информированием и разъяснением возможных преимуществ развития атомной энергетики в регионе, категорически против реализации проекта. По данным местных новостей, например, kedr.media*, yakutia.info жители Якутии в 2023 году устраивали митинги, публичные выступления, на которых требовали отменить строительство АСММ [2].

Данный пример свидетельствует о необходимости Госкорпорации «Росатом» распространять в информационном пространстве не только новостные материалы о запуске и ходе реализации проекта, но и обеспечивать прямое взаимодействие с целевой аудиторией, активизировать образовательную функцию коммуникаций для объяснения сложных аспектов

реализации пилотного энергетического объекта. В случае с Якутской АСММ «Росатому» необходимо использовать систему интегрированных маркетинговых коммуникаций для выработки четкого, последовательного и убедительного послания о проекте. По большей части, такие коммуникации способны не просто информировать население о перспективах реализации планов строительства пилотной атомной станции, но и дать необходимые базовые знания об атомной энергетике, убедить аудиторию в её безопасности с помощью различных форматов подачи информационных материалов. Программа коммуникативного воздействия предполагает соблюдение следующих этапов: анализ общественного мнения о проекте строительства АСММ с помощью опросов; выявление основных проблем в восприятии передаваемой информации; корректировка смыслового содержания информационного контента в соответствии с культурными особенностями и традициями Якутии; использование различных каналов и инструментов коммуникации: подключение известных блогеров, обеспечение личного контакта с населением, реклама, событийный маркетинг и т.д. В завершении необходимо повторно провести анализ общественного мнения для оценки эффективности проведенных коммуникаций.

Таким образом, с помощью грамотного управления коммуникациями, компания может воздействовать на общественное мнение с целью формирования лояльного отношения к своей деятельности, поддержания репутации социально ответственного актора отечественного бизнеса. Системный подход, повышение прозрачности и нежелание оставаться в тени позволят сделать взаимодействие с целевой аудиторией грамотным и эффективным.

* Настоящий материал произведён и распространен иностранным агентом «КЕДР.МЕДИА», либо касается деятельности иностранного агента «КЕДР.МЕДИА»

Библиографический список

1. Сторонников атомной генерации в мире в полтора раза больше, чем противников. // Страна РОСАТОМ. – 7.02.2024.[Электронный ресурс]. – URL: https://strana-rosatom.ru/2024/02/07/storonnikov-atomnoj-gen– Дата обращения 22.04.2025eracii-v-mir/
2. «Я так понял, что властям местных жителей не жалко». Физик-ядерщик – о решении «Росатома» построить реактор малой АЭС в Якутии. [Электронный ресурс]. – URL: https://kedr.media/news/ya-tak-ponyal-chto-vlastyam-mestnyh-zhitelej-ne-zhalko-fizik-yadershhik-o-reshenii-rosatoma-postroit-reaktor-maloj-aes-v-yakutii/ – Дата обращения 20.04.2025
3. Официальный сайт Госкорпорации «Росатом» [Электронный ресурс]. – URL: https://www.rosatom.ru/index.html – Дата обращения 20.04.2025
4. Губернаторов А.М. Проектное управление в развитии реального сектора экономики в условиях цифровизации // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 3 – С. 11-18.
5. Зырянова Л.О. Проблемы развития реального сектора экономики РФ // Материалы XX Всероссийского экономического форума молодых ученых и студентов. Ч.3.– Уральский государственный экономический университет (Екатеринбург) – 2017. – С. 68-70.
6. Слепцова Е.В., Нальгиева А.В. Распределение ответственности в организации – ключевая проблема управления персоналом // Экономика и бизнес: теория и практика. – КубГУ. – 2019. – С. 224-227
7. Тихомирова В.В. Теоретико-методологические подходы к определению сущности понятия «реальный сектор экономики» // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2022. – № 10-3. – С. 466-470.

СЕКЦИЯ 13

НАУЧНОЕ ОБЩЕСТВО УЧАЩИХСЯ

УДК 637.065

АНАНЬЕВА В.Д., ВЕРАХИНА А.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПАСТЕРИЗАЦИИ СЫРОГО МОЛОКА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
МАОУ «Гимназия №13»

Молоко – ценный пищевой продукт, который употребляется большей частью населения. Особое значение молока состоит в том, что оно содержит полноценный аминокислотный состав, углеводы, молочный жир, минеральные вещества и витамины, определяя высокую биологическую ценность данного продукта. Кроме того, богатый компонентный состав делает молоко хорошей питательной средой для жизнедеятельности микроорганизмов, в том числе болезнетворных [1]. В связи с этим появилась необходимость в обработке молока для обеспечения его микробиологической безопасности при употреблении человеком.

Целью научно-исследовательской работы являлось определение температуры пастеризации сырого коровьего и козьего молока.

В ходе работы были проведены исследования микробиологической чистоты молока с помощью посева на плотные питательные среды(МПА, КМАФАнМ, Энтерококкагар, Эндо) сплошным газоном. Также были выполнены анализы по определению микробиологической чистоты сырого коровьего и козьего молока с помощью реакций на бактериальные ферменты: определение микробиологической чистоты редуктазным методом, определение активности каталазы [2]. Для определения оптимальной температуры пастеризации был выполнен эксперимент по определению эффективности пастеризации при 45°С, 65°С, 85°С по реакции на пероксидазу и с помощью микробиологического посева на плотные питательные среды МПА, КМАФАнМ, Энтерококкагар, Эндо.

Результаты работы, полученные при микробиологическом посеве на плотные питательные среды молока после термообработки, представлены в табл.1.

Таблица 1

Результаты пастеризации козьего и коровьего молока

Вид молока, разведение/ Температура	Козье						Коровье					
	МПА			КМАФАнМ			МПА			КМАФАнМ		
	1	0,1	0,01	1	0,1	0,01	1	0,1	0,01	1	0,1	0,01
Без обработки	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
45°С	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
65°С	–	–	–	–	–	–	+	–	–	+	+	–
85°С	–	–	–	–	–	–	+	–	+	+	–	+

В таблице «+» – рост микроорганизмов; «–» – отсутствие роста микроорганизмов.

По результатам работы:

1) было установлено наличие в молоке собственных и бактериальных ферментов;
2) было определено наличие в молоке энтерококков и бактерий группы кишечной палочки, но не культуры *Escherichiacoli*;

3) было выявлено, что козье молоко относится к высшему классу молока, а коровье молоко – ко II классу;

4) было установлено, что оптимальной температурой пастеризации для козьего молока является 65°С, для коровьего – 85°С.

Библиографическийсписок

1.**Крючкова, В.В**. Технология молока и молочных продуктов: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки 19.06.01 Промышленная экология и биотехнологии/ сост.: В.В. Крючкова. – Персиановский: Донской ГАУ.– 2018. – 232 с.

2. **Зарицкая**, **В.В.** Микробиология молока и молочных продуктов: учебное пособие / В.В. Зарицкая, Ю.И. Держапольская. – Благовещенск: Изд-во Дальневосточного гос. аграрного ун-та, 2017. – 89 с.

УДК 621.74:338.24

БАТУХТИНА Е.А., ЯРОВАЯ Е.И.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ЛИТЕЙНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Литейные технологии играют ключевую роль в современной промышленности, обеспечивая производство металлических изделий с высокой точностью и сложными формами, являются важной частью машиностроительного производства. Конкуренция среди производителей литейных изделий очень высока, постоянное совершенствование производственных технологий, их конкурентоспособность становятся необходимыми условиями выживания предприятия на рынке. Оценка конкурентоспособности литейных технологий – актуальная задача большинства машиностроительных предприятий, решающих задачи продвижения на рынке своей продукции**.**

По оценкам специалистов наиболее конкурентоспособными технологиями серийного и массового производства отливок на современных предприятиях являются: литье в песчано-глинистые формы, под давлением, в кокиль, по выплавляемым моделям, в оболочковые формы и центробежное литье. Данные технологии характеризуются своей универсальностью, т.е. возможностью получать отливки сложной формы из различных сплавов: чугуна, стали, алюминия и других цветных сплавов; быстротой процесса, его потенциальной автоматизацией; стабильно высокими показателями качества получаемых изделий.

Для оценки конкурентоспособности литейных технологий был выбран комплексный метод [1, 2] и определен комплексный показатель конкурентоспособности:

$$К = \omega_1 \cdot \frac{q_{t_1}}{q_{ta_1}} + \omega_2 \cdot \frac{q_{t_2}}{q_{ta_2}} + \ldots + \omega_i \cdot \frac{q_{t_i}}{q_{ta_i}}, \quad (1)$$

где ω_i - вес единичного показателя; q_t - значение характеристики рассматриваемой технологии; q_{ta} - значение характеристики технологии-аналога (базовой технологии).

Для расчёта показателя конкурентоспособности технологии должны быть сформированы: перечень технологий, подлежащих сравнению; данные для расчёта единичных показателей; весовые коэффициенты на основе экспертных оценок (на данном этапе исследования принимались равными). Ряд показателей, определяющих конкурентоспособность технологий литья, может быть определен через показатели качества отливок по ГОСТ 4.439-86. Комплексный метод позволяет также учитывать дополнительные факторы, способствующие улучшению качества готовой продукции (специальные газовые среды, внешние механические, электромагнитные воздействия и т.д.).

Была проведена оценка конкурентоспособности вышеуказанных технологий по 15 технико-экономическим показателям, показавшая, что наиболее конкурентоспособными, т.е. имеющими наибольшее значение показателя *К,* имеют технологии литья под давлением и по выплавляемым моделям.

Предложенный метод оценки конкурентоспособности позволяет проводить сравнительный анализ как традиционных, так и инновационных технологий литья.

Библиографический список

1. Цыро, Ф.С. Комплексный показатель оценки конкурентоспособности технологии / Цыро Ф.С., Юрковская Г.И. // Менеджмент социальных и экономических систем, 2016. № 4. С. 23 – 27.

2. Мартынов, О.Ю. Жизненный цикл технологий в производстве наукоемкой продукции // Вектор науки ТГУ, 2012. №1 (19). С. 69 – 72.

УДК 338.22.021.1

БОЖЕВОЛЬНОВ К. А.

РОЛЬ ИННОВАЦИОННЫХ ФИНАНСОВО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ КОМПАНИЙ В ФИНАНСОВОМ СЕКТОРЕ ЭКОНОМИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Финансовый сектор активно изменяется под влиянием цифровых технологий. Финтех-компании предлагают инновационные решения, повышающие доступность, удобство и эффективность финансовых услуг. Целью статьи является анализ взаимодействия финтеха с традиционными финансовыми организациями, а также изучение ограничений и потенциала отрасли.

Согласно определению Банка России, финтех представляет собой «предоставление финансовых услуг и сервисов с использованием инновационных технологий, таких как большие данные (Big Data), искусственный интеллект, машинное обучение, роботизация, блокчейн, облачные вычисления и биометрия» (cbr.ru, 2018). Компании классифицируются по бизнес-моделям: от консервативных например как Сбербанк до полностью цифровых примером является AppStore [1]. Исторически финтех начался с кредитных карт в 1950-х и эволюционировал до современных решений.

Такие технологии как машинное обучение, блокчейн, биометрия кардинально меняют финансовые услуги, делая их быстрее и безопаснее. Пандемия COVID-19 ускорила цифровизацию: в 2020 году 87% клиентов российских банков использовали цифровые каналы [2]. Популярные сервисы включают мобильные платежи, P2P-переводы и цифровые валюты.

Финтех-компании конкурируют с банками в сегментах платежей, кредитования и инвестиций, предлагая более удобные и дешевые услуги. Однако банки адаптируются, внедряя технологии и сотрудничая с финтех-стартапами для расширения сервисов и привлечения клиентов [3].

Преимуществами финтех компаний являются доступность, снижение издержек, автоматизация. Недостатками киберриски, замедленное развитие в России из-за экономических и регуляторных барьеров [4]. Ключевые риски включают кибератаки и потерю доверия клиентов [5].

Финтех упрощает инвестиции, кредитование и управление финансами, способствуя экономическому росту и созданию рабочих мест. В России развиваются такие проекты, как Система быстрых платежей и маркетплейс «Финуслуги» [6].

К 2035 году через финтех-сервисы в России может проводиться 96,3% платежей. Для роста отрасли необходимы: финансовая поддержка инноваций; снижение барьеров для малого бизнеса; повышение квалификации специалистов [4].

Финтех трансформирует финансовый сектор, делая услуги доступнее и эффективнее. Взаимодействие с государством и традиционными банками будет ключевым фактором для дальнейшего развития отрасли.

Библиографический список

1. Сухомлин, В.А. Сущность финтех-компаний и особенности управления ими // Материалы конференции. – СПбГУ, Санкт-Петербург, 2025.
2. Юрченко, Т.В. Влияние цифровых технологий на поведение потребителей финансовых услуг // Санкт-Петербургский университет технологий управления и экономики. – Санкт-Петербург, 2025.
3. Наймушин, А.Е. Банки и финансово-технологические компании: конкуренция и пути взаимодействия / Наймушин А.Е., Корнюхин А.А., Бебко И.М., Бальжиров Ц.Б. // Санкт-Петербургский государственный экономический университет; ООО «Технологии Доверия – Консультирование». – Санкт-Петербург, Москва, 2025.
4. Фирсова, А.А. Использование возможностей финтеха в финансировании инноваций // Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского. – Саратов, 2025.
5. Семеко, Г.В. Информационная безопасность в финансовом секторе: ки- берпреступность и стратегия противодействия // Социальные новации и социальные науки. — Москва: ИНИОН РАН, 2020. — № 1. С. 77-96,
6. Яфаров, Л.К. Влияние технологий финтеха на состояние финансового сектора России // Московский финансово-промышленный университет «Синергия». – Москва, 2025.

УДК 004.94

ЕРОФЕЕВ А.Д.

РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОГРАММИРУЕМОЙ МОДЕЛИ РОБОТИЗИРОВАННОЙ ПЛАТФОРМЫ «ТАНК» НА БАЗЕ КОНСТРУКТОРА LEGO MINDSTORMS ДЛЯ ЦЕЛЕЙ STEM-ОБРАЗОВАНИЯ

МАОУ «Школа №131»

В условиях цифровой трансформации общества, робототехника становится ключевым элементом образовательных программ, способствуя развитию инженерного мышления и формированию STEM-компетенцийу обучающихся. Конструкторы LEGO Mindstorms, благодаря своей модульности, доступности и интуитивно понятному программному обеспечению, зарекомендовали себя как эффективный инструмент для обучения основам робототехники и программирования.[1]

Разработанная модель (рисунок 1) представляет собой гусеничную платформу, построенную на базе конструктора LEGO Mindstorms EV3. Управление роботизированной платформой осуществляется посредством программного кода, разработанного в среде программирования LEGO MindstormsEducation EV3.

Основные алгоритмы управления:

- Алгоритм прямолинейного движения: реализуется путем синхронного управления двумя сервомоторами, обеспечивающими движение гусениц с заданной скоростью.

- Алгоритм поворота: осуществляется путем изменения скорости вращения одной из гусениц или вращения гусениц в противоположных направлениях. Точность поворота может быть повышена за счет использования данных с датчика гироскопа.
- Алгоритм обхода препятствий: основан на использовании данных, полученных с датчика расстояния. При обнаружении препятствия робот останавливается, поворачивается в сторону, где расстояние до препятствия больше, и продолжает движение.
- Программирование последовательности действий: пользователь может задавать последовательность команд для робота (движение вперед, поворот, остановка, выстрел), реализуя более сложные сценарии.

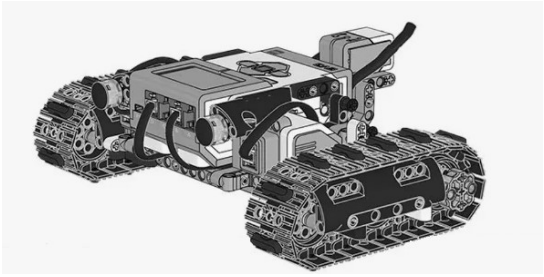


Рис.1. Аппаратная конфигурация модели

Модель обладает значительным потенциалом для использования в образовательном процессе: изучение основ программирования, принципов работы датчиков и сенсорного взаимодействия, развитие навыков алгоритмического мышления, основ мехатроники, моделирование реальных сценариев и др. и продемонстрировала стабильную и предсказуемую работу, успешно выполняя запрограммированные команды и автономно перемещаясь в ограниченном пространстве.

Представленная модель роботизированной платформы «Танк» на базе LEGO Mindstorms является эффективным инструментом для STEM-образования, позволяя учащимся в интерактивной форме изучать основы программирования, робототехники и мехатроники. Дальнейшие исследования могут быть направлены на разработку более сложных алгоритмов управления, интеграцию с другими датчиками и исполнительными механизмами, а также на создание методических материалов и учебных заданий для использования модели в образовательном процессе.

1. Гриффин Т. Искусство программирования LegoMindstormsEV3 / Т. Гриффин, Райтман М.А. – Бомбора, 2022. – 272 с.

УДК 330.341.4

ЕРОФЕЕВ А.Д.

ЦИФРОВАЯ ЭКОНОМИКА: ВОЗМОЖНОСТИ И РИСКИ ДЛЯ РЫНКА ТРУДА

МАОУ «Школа №131»

Цифровая экономика стремительно меняет мир вокруг нас, проникая во все сферы деятельности. Использование цифровых технологий, таких как искусственный интеллект, машинное обучение, блокчейн и интернет вещей, создает новые возможности, но вместе с тем ставит перед рынком труда серьезные вызовы. Рассмотрим основные возможности и риски, которые цифровая экономика несет для рынка труда, с акцентом на новые профессии, требования к навыкам и прогнозные изменения.

Возможности цифровой экономики для рынка труда: появление новых профессий (специалисты по анализу больших данных (DataScientists), разработчики искусственного интеллекта и машинного обучения, специалисты по кибербезопасности, разработчики блокчейн-технологий, специалисты по интернет-маркетингу и digital-коммуникациям), повышение производительности и эффективности труда, создание гибких форм занятости, расширение доступа к образованию и обучению, развитие инновационного предпринимательства.

Чтобы успешно адаптироваться к изменениям на рынке труда, вызванным цифровизацией, необходимо развивать навыки: технические (программирование и разработка программного обеспечения, анализ данных и машинное обучение, кибербезопасность, управление базами данных, цифровой маркетинг и SEO) и softskills (критическое мышление, креативность и инновационность, коммуникация и сотрудничество, адаптируемость и обучаемость, эмоциональный интеллект).

Развитие цифровой экономики оказывает существенное влияние на рынок труда, формируя новые требования и возможности. Во-первых, ожидается устойчивый рост спроса на специалистов с цифровыми навыками, особенно в сферах IT, анализа данных, кибербезопасности и искусственного интеллекта. Это обусловлено потребностью бизнеса в экспертах, способных разрабатывать, внедрять и поддерживать цифровые решения. Во-вторых, работникам необходимо постоянно совершенствовать свои навыки и приобретать новые знания. Устаревшие компетенции быстро теряют свою актуальность, поэтому непрерывное обучение (переквалификация и повышение квалификации) становится ключевым фактором конкурентоспособности на рынке труда. В-третьих, наблюдается тенденция к развитию гиг-экономики, где фриланс и удаленная работа становятся все более распространенными формами занятости. Это связано с гибкостью и удобством таких форматов для работников и работодателей, а также с возможностью привлечения талантов из разных регионов и стран. В-четвертых, автоматизация рутинных задач продолжит вытеснять людей из рутинных и повторяющихся профессий. Это требует пересмотра образовательных программ и создания механизмов переобучения для высвобождающихся работников. В-пятых, помимо технических навыков (hardskills), работодатели будут все больше ценить softskills, такие как критическое мышление, креативность, коммуникация и умение работать в команде. Эти навыки важны для решения нестандартных задач и эффективного взаимодействия в цифровой среде. Таким образом, адаптация к изменениям в цифровой экономике требует комплексного подхода, включающего развитие цифровых компетенций, непрерывное обучение, гибкость в выборе форм занятости и акцент на развитие softskills.

Цифровая экономика предоставляет огромные возможности для рынка труда, но также несет и серьезные риски. Чтобы успешно адаптироваться к этим изменениям, необходимо инвестировать в образование и обучение, развивать цифровые навыки, поддерживать инновационное предпринимательство и обеспечивать социальную защиту для тех, кто теряет работу из-за автоматизации. Только так мы сможем построить инклюзивную и процветающую цифровую экономику, в которой каждый сможет найти свое место и реализовать свой потенциал.

УДК 13-1.1.

КУРАМИН А.В., БУКВАРЕВ Е. А., ГРИШИНА С.М.

ИЗГОТОВЛЕНИЕ ЦИФРОВОГО ДОЗИМЕТРА И ПРОВЕДЕНИЕ ИЗМЕРЕНИЙ РАДИАЦИОННОГО ФОНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева
МБОУ «Школа № 182»

Дозиметр – прибор, предназначенный для регистрации и измерения величины мощности потока ионизирующего излучения за определённый промежуток времени и уровня эффективной дозы радиационного излучения.

Учитывая высокую стоимость дозиметров, я задумался над созданием бытового дозиметра, которым смогу пользоваться дома, именно поэтому мой выбор пал на эту тему научного проекта.

Структурная схема моего дозиметра состоит из нескольких функциональных узлов:

- программный стабилизатор;
- подсчет импульсов;
- и опрос кнопок.

Основным блоком дозиметра является микроконтроллер Arduino, на который возлагается большая часть функций, с индикатором модуль LCD 5110. Питание осуществляется от аккумулятора.

Программный стабилизатор состоит из:

- преобразователя напряжения, повышающего напряжение питания до 400 В, необходимых для корректной работы счетчика Гейгера;
- делителя, понижающего напряжение до уровня 0.87 В для подачи его на микроконтроллер со встроенным аналого-цифровым преобразователем.

Второй функциональный узел – подсчет импульсов. Он состоит из: счетчика Гейгера и преобразователя тока в напряжение для последующей подачи импульсов в микроконтроллер. Еще 1 функциональный узел – опрос кнопок. Он позволяет управлять дозиметром и настраивать его.

Собранный прибор был протестирован на овощах, фруктах, хрустале. Для того чтобы убедиться, что мой дозиметр действительно показывает наличие радиационного фона, мне необходимо было протестировать его на источнике, который излучает радиацию. Таким тестовым веществом стало минеральное удобрение (селитра калиевая).

Рядом с хрусталем уровень радиации 14-30мкР/ч из-за наличия в его составе небольшого количества свинца.

Уровень радиации банана (18 мкР/ч) больше, чем картошки (12 мкР/ч), т.к. в бананах содержится калий-40, источник ионизирующего излучения.

Рядом с пакетом калийной селитры значение радиации 41 мкР/ч, т. к. содержащийся в удобрении изотоп калия-40 радиоактивен.

Выводы:

- мне удалось сделать дозиметр и определить радиационный фон разных предметов, т.е. сконструированный дозиметр можно использовать для определения наличия и измерения числового значения радиационного фона различных источников;
- у меня получилось сложное устройство, показывающее точный уровень радиации. Прибор имеет множество настроек, режим поиска, режим замера бета и вполне способен конкурировать с покупными аналогами;
- я расширил свои знания в области радиоэлектроники и 3д печати, научился делать 3д модели и структурные схемы.

УДК338.12.2 (7)

КРИВОВА С. А., МИНУТИН С.А.

«ВЗАИМОВЫГОДНОЕ» ПАРТНЁРСТВО – СОТРУДНИЧЕСТВО ИЛИ КОНКУРЕНЦИЯ

МБОУ ДО «Центр внешкольной работы «Ровесник»

В 90-е годы XX века в России, ещё до развала СССР, началось активное сотрудничество с конкурентами. С началом XXI века такое сотрудничество приняло всеобъемлющий характер в автомобильной, авиастроительной, сельскохозяйственной, пищевой, образовательной, здравоохранительной и других отраслях государственной и бизнес-деятельности. Однако рост сотрудничества между конкурентами имеет ряд негативных последствий: более сильным партнёрам постоянно приходится искать более слабых и сдерживать их в своём

развитии. В частности, альянсы между азиатскими компаниями и их западными соперниками, через небольшой промежуток времени, стали работать против западных партнёров. Более того, усиление экономической мощи Китайской Народной Республики западными партнёрами в надежде направить эту мощь против России, привели к обратным результатам. В России западные партнёры приняли усилия по полному подрыву экономической мощи страны. То есть подобные кооперации чаще ведут не к продуктивному сотрудничеству и его развитию, а к ослаблению одного из партнёров вплоть до социального катаклизма страны - партнёра. Это проблема.

Вступив в альянс, можно больше отдать, чем приобрести – но это происходит потому, что вступая в партнёрские союзы, партнёры с одной стороны часто не понимают сами, чего они хотят, что им нужно для достижения успеха. Партнёры же с другой стороны извлекают из конкурентного сотрудничества максимум выгод.

Сотрудничество – это та же конкуренция, только в другой форме. Успешные партнёры всегда помнят, что их партнёры, возможно, готовятся их обезоружить, и следят, насколько цели их партнёров сопоставимы с их собственными. Отсюда следует, что цель, идеология имеют для партнёра, если понимать под ним государство – стратегическое значение. Никогда не стоит забывать, что исход из России многочисленных зарубежных компаний, как азиатских, так и западных начался не по их воле, а по распоряжению их государств.

Гармония и согласие в партнёрских отношениях далеко не самые важные показатели успеха. На самом деле лучшим свидетельством взаимовыгодного сотрудничества могут служить именно конфликты, вспыхивающие время от времени между партнёрами. Партнёры не должны допускать уступок в конкурентной борьбе. В СССР на каждом предприятии был 1-й отдел, который следил за тем, чтобы не только новые технологии, но и наработанные навыки ни в коем случае не становились достоянием партнёров – конкурентов. Самое главное – у партнёров надо учиться. Успешные компании рассматривают каждый альянс как окошко, позволяющее подсмотреть обширные возможности партнёра. Пётр I именно в этих целях «прорубил окно в Европу», а вот что «прорубили» деятели перестройки и зачем, в целях и выгодах каких партнёров, ещё предстоит понять.

Несомненно, одно – альянс должен использоваться как средство создания навыков за пределами формальных соглашений и распространять приобретённые знания по всей своей организации, отрасли, стране.

УДК338.12.2 (7)

ПАВЛИКОВА У. М., ПЕЛЕВИНА В.А.

ЭФФЕКТИВНАЯ МОЛОДЁЖНАЯ ПОЛИТИКА И АТОМНАЯ ЭНЕРГЕТИКА – ОСНОВЫ УСТОЙЧИВОГО БУДУЩЕГО

МБОУ «Средняя школа № 17 им. Арюткина Н.В.»

Концепция устойчивого развития России по-прежнему выражается в трёх ключевых компонентах: окружающая среда (экология), социальная сфера и бизнес. Эту концепцию Россия пытается доводить до всего остального мира, прежде всего стран Западной Европы и США.

Треугольник из указанных элементов должен быть равносторонним, и только при условии равнозначных усилий по трём осям координат мировая система может прийти к целевому, сбалансированному состоянию. Без атомной энергетики глобальная климатическая повестка нереализуема, так как атомная генерация является низкоуглеводной и обеспечивает минимальный выброс CO_2 в атмосферу. Также атомные станции, являясь инфраструктурными проектами национального масштаба (в текущем десятилетии были построены и строятся структурами РОСАТОМА атомные станции в республики Беларусь, в Турции), несут значи-

тельные эффекты развития и для промышленного сектора, и для местного населения. То есть атомные технологии улучшают качество жизни людей по всему миру.

Атомная энергетика тесно связана с происходящими в мире глобальными технологическими изменениями, которые влекут за собой фундаментальные изменения на глобальном рынке труда. Меняются подходы к организации труда, содержание организационных моделей внутри компаний. Привычная экономическая схема с самозанятым народом, со стратегическими собственниками, «владельцами» госкорпораций начинает давать сбой. На первое место выходит старый лозунг «Кадры решают всё», и не только в России. Глобальный тренд в управлении развитием человеческого потенциала – подготовка, привлечение и удержание высокоэффективных специалистов. Именно таланты являются сегодня ключевым конкурентным преимуществом экономики будущего – высокотехнологичной, диверсифицированной, «творческой». Международные аналитики констатируют, что к 2030 году дефицит талантов увеличиться на 11 % в мировом масштабе, а всемирная экономика недополучит 2,1 трлн долл. США мирового дохода. Это значит, что спрос на талантливых людей в мире будет возрастать, ценности непрерывного образования и личностного роста уже включены в число национальных стратегических проектов, в том числе в России. В 2019 году появился Глобальный индекс талантов в энергетике, который показывает, что каждый из секторов энергетики в среднем на 57, 6 % испытывает нехватку талантов. Учитывая ключевую роль энергетической системы в российской экономике, необходимо сфокусировать внимание на эффективных инструментах привлечения и работы с талантливыми специалистами, развития их мотивации и способностей.

Важнейшим фактором устойчивого развития атомной отрасли и страны является эффективная государственная молодёжная политика. Сегодня важно развивать механизмы, способствующие успешному старту молодёжи в профессии и интеграции в социально-трудовые отношения.

Библиографический список

1. Деловая программа международного форума «Российская энергетическая неделя», 2019 год.
2. Минутин, С.А. / «Писатель поводырь», изд. ООО «Стимул-СТ», Нижний Новгород, 2019 г.
3. Шубин, А./ Россия-2020: будущее страны в условиях глобальных перемен.

УДК 378.147

ПОГОДИН О.А., СОЛЕЕВ А.С., ДАБАГЯН А.А.

ИНТЕГРАЦИЯ SOFT SKILLS В ТЕХНИЧЕСКИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные вызовы глобальной экономики и стремительное развитие технологий изменяют требования к профессиональным компетенциям инженеров[3]. Технические специалисты должны обладать не только глубокими профессиональными знаниями, но и широким набором softskills: коммуникативными умениями, критическим мышлением, креативностью, лидерскими качествами и навыками работы в команде.

Актуальность интеграции softskills в инженерное образование обусловлена тем, что недостаток гибких навыков у специалистов приводит к снижению эффективности проектной деятельности, увеличивает риски сбоев в коммуникации и реализации технических решений. Традиционная система подготовки, ориентированная только на hardskills, требует модернизации.

Одним из ключевых методов интеграции softskills является проектное обучение, которое позволяет студентам решать реальные задачи, распределять роли, выстраивать коммуни-

кацию внутри команды, развивать лидерские качества и навыки самоуправления. Кейсовый метод способствует формированию критического мышления и способности принимать решения в условиях неопределённости [2], а ситуационное моделирование имитирует реальные переговоры и совещания, развивая навыки убеждения и многопланового анализа.

Особое внимание уделяется необходимости систематической обратной связи после выполнения заданий и проектов, что позволяет студентам осознавать свой уровень развития softskills и корректировать дальнейшие действия.

Среди барьеров внедрения отмечаются недостаточная готовность к изменениям образовательных программ, а также нехватка кадров с практическим опытом интеграции гибких навыков в обучение. Для успешной реализации предлагается разработка методических рекомендаций, создание системы критериев оценки и обеспечение подготовки преподавателей.

Интеграция softskills в инженерное образование повышает конкурентоспособность выпускников, способствует их успешной адаптации к динамике рынка труда и формирует универсальные компетенции, необходимые для успешной профессиональной реализации. Образовательные программы, включающие развитие softskills, становятся важным элементом стратегии повышения престижа технических вузов и подготовки специалистов, способных не только проектировать инновационные решения, но и эффективно внедрять их в реальную экономику.

Библиографический список

1. Лукьянова, М. И. Формирование softskills у студентов технических вузов: методики и практики / М. И. Лукьянова. – Москва : Высшая школа, 2021. – 215 с.
2. Козловская, Ю. А. Развитие гибких навыков в проектной деятельности студентов / Ю. А. Козловская. – Текст : непосредственный // Высшее образование в России. – 2022. – № 5. – С. 34-48.
3. Петров, А. В. Компетентностный подход в инженерном образовании : учебное пособие / А. В. Петров, Е. Н. Сидорова. – Санкт-Петербург : Политехника-сервис, 2020. – 180 с.
4. Проектное обучение в техническом вузе : методические рекомендации / сост.: А. К. Власов, Е. Н. Петрова, С. М. Иванов [и др.]. - Новосибирск : НГТУ, 2022. - 87 с.

СЕКЦИЯ 14

ФИЛОСОФСКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ТЕХНОЗНАНИЯ

УДК13: 004. + 001.168/17

АШИН Н.Д.,МИХАЙЛОВА Т.Л.

ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКИЕ АСПЕКТЫ ВОЛНОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Влияние волн на человека и окружающие объекты на протяжении истории представляет собой сложный процесс, который затрагивает физические, психологические, и философские аспекты человеческого существования. С древнейших времен люди были свидетелями мощи и красоты морских волн, что формировало их восприятие и отношение к этому природному явлению. В разные исторические эпохи волны воспринимались по-разному, и это восприятие часто отражало культурные, философские и научные контексты времени.

В античности волны были символом силы и непредсказуемости природы. Древнегреческие философы, такие как Фалес Милетский, рассматривали воду как один из основных элементов, из которых состоит мир. Волны олицетворяли собой как разрушительную, так и созидательную силу. Мифология того времени также насыщена образами, связанными с морем и волнами. Боги, такие как Посейдон, управляли морскими стихиями, и люди верили, что их судьба зависит от расположения этих божеств. В этом контексте волны становились не только физическим явлением, но и символом человеческих страхов и надежд.

Средневековье принесло с собой новые представления о волнах, связанные с религиозными и философскими учениями. В это время море и его волны стали ассоциироваться с божественным замыслом и символизировали испытания, которые человек должен преодолеть на пути к спасению. Путешествия по морям, полные опасностей, воспринимались как метафора духовного пути. Люди искали смысл в своих страданиях, и волны становились символом этих испытаний, которые закаляли дух и укрепляли веру.

С эпохой Возрождения и научной революцией восприятие волн изменилось. Ученые начали исследовать физические свойства воды и волн, стремясь понять их природу. Работы таких ученых, как Галилео Галилей и Исаак Ньютон, положили начало научному подходу к изучению волн. В это время волны стали рассматриваться не только как символы, но и как объекты научного анализа. Это привело к развитию новых технологий, таких как навигация и судостроение, что, в свою очередь, изменило жизнь людей, открыв новые горизонты для торговли и путешествий.

В XIX и XX веках волны продолжали оказывать значительное влияние на человека, как в физическом, так и в культурном плане. Промышленная революция и развитие транспорта изменили восприятие моря и волн. Люди начали использовать волны для производства энергии, что стало основой для развития новых технологий. В это время волны также стали объектом художественного вдохновения. Художники и писатели начали исследовать их влияние на человеческие эмоции и восприятие. Работы таких художников, как Клод Моне, и писателей, как Эрнест Хемингуэй, отражают глубокую связь между человеком и морем.

Современные исследования показывают, что волны продолжают оказывать влияние на человека не только в физическом, но и в психологическом плане. Звуки волн могут оказывать успокаивающее воздействие, способствуя снижению стресса и улучшению психоэмоционального состояния. Исследования показывают, что пребывание рядом с водой и волнами может улучшать общее самочувствие и способствовать восстановлению сил.

Библиографический список
1. Ярская-Смирнова Е.Р., Романов П.В. Социальная антропология: Учеб. пособие. - М.: УМО вузов России по социальной работе – 2004.
2. Карпенков С.Х. Концепции современного естествознания. – М., 2003. – С. 177.
3.Кадомцев Б.Б., Рыдник В.И. Волны вокруг нас. М.: Знание. 1981. 152 с.
4. Тоффлер, Э. Третья волна. М.: Издательство «АСТ», 2010. 784 с.

УДК 14.167/168. 008.2.316.28

БАШЕВ К.Д.

АТОМ – ОРУДИЕ ВОЙНЫ ИЛИ МИРА?

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Становление и развитие ядерной технологии началось с конца XIX-начала XX века. Триггер на пути эволюции идеи использования атома – открытия и экспериментальные исследования физиков, определившие судьбу использования «неделимой» частицы. Так, в 1896 г. французский физик А. Беккерель, проводя эксперимент по люминесценции с солями урана, случайно обнаружил, что данное вещество без внешнего источника энергии испускает неизвестные в то время лучи, способные проходить препятствия, оставляя следы на фотоэмульсии [1]. Случайность нередко становится источником гениальных открытий, объясняющих физическую природу бытия. 2 марта 1896 г. А. Беккерель на заседании Академии наук известил коллег об открытии нового явления в докладе «О невидимой радиации, производимой фосфоресцирующими веществами» [1]. Именно этот день – *дата открытия радиоактивности* [1]. Спустя два года, в 1898 г., Мария и Пьер Кюри благодаря трудоемким экспериментам откроют элементы с наибольшей радиоактивностью – радий и полоний, за это они в 1903 г. получат Нобелевскую премию; их открытие стало основой формирования ядерной физики, толчком будущего развития атомной энергетики.

Начало научной революции в микромире и смену *рационально-технологических парадигм*, связанных с пересмотром *энергетической картины мира*, осознавали ученые России. В.И. Вернадский понимал, что открыты силы и энергия, которые во много раз эффективнее известных сил химических взаимодействий. «Человечество вступает в новую эру, когда не будет ограничения доступа к энергии, и все проблемы питания, здоровья, промышленного и социального развития будут решены» [2]. На открытии Радиевого института в 1922 г. – первого в СССР научного заведения, где будет происходить становление и развитие атомной науки и техники, В.И. Вернадский признает не только потенциальные возможности силы атома, но и отметит *огромную ответственность ученых,* указав на *гипотетический трагизм,* который может нести в себе «мирный» атом. «Мы подходим к великому перевороту в жизни человечества, с которым не могут сравняться все им раньше пережитые. Не далеко время, когда человек получит в свои руки *атомную энергию*, источник силы, дающий ему возможность строить свою жизнь, как он захочет… Сумеет ли человек воспользоваться этой силой, направив ее на добро, а не на самоуничтожение?» [3]. Именно столкновение двух парадигм реализации научно-технического прогресса второй половины XX столетия – «атом – оружие уничтожения» и «атом – двигатель прогресса» – будет определять судьбоносные события века, изменяющие конфигурации мира [4].

Ведущие державы антигитлеровской коалиции – СССР и США после победы во Второй мировой войне стали использовать технологию и багаж знаний об атоме, в первую очередь, как *инструмент власти на геополитической арене*. Создание первых в мире энергетических реакторов в США (1942 г., 1944 г.) и запуск первой в мире атомной электростанции (1954 г. – Обнинская АЭС) – *технологические прорывы* в плане перспектив получения благ от *мирного использования атомной энергии*, но большая часть исследований в ядерной об-

ласти в то время была связана с *военными ядерными программами* [5]. Обладание ядерным оружием – признак мощи государства, закреплявший за ним статус великой державы. Остановить возросшую *ядерную гегемонию* США, первыми испытавших ядерное оружие, продемонстрировав над Хиросимой и Нагасаки разрушительную силу атома, удалось *Советскому атомному проекту*, во главе которого стоял И.В. Курчатов. В период послевоенной разрухи и экономической отсталости нашей страны благодаря титаническим усилиям советских ученых и инженеров в короткие сроки удалось создать *«ядерный щит»,* остановивший замысел американцев нанести стратегическое поражение СССР. Было создано не просто ответное оружие, а вместе с тем и целая *отрасль промышленности*, определившая развитие использования ядерной технологии.

И.В. Курчатов после испытания созданной водородной бомбы в 1953 г. отметил исключительную важность использования энергии атома в мирных целях: «Я теперь вижу, какую страшную вещь мы сделали. Единственное, что нас должно заботить, чтобы это дело *запретить и исключить ядерную войну*» [6]. Под его непосредственным началом советскими учеными и инженерами началось *многоцелевое освоение мирного атома* – от запуска промышленной эксплуатации крупных атомных электростанций до программы строительства атомного ледокольного флота. Именно борьбе *за мирный атом*, ядерное разоружение стран, сотрудничество научного сообщества в области ядерной физики и атомной энергетики – посвятил жизнь И.В. Курчатов, ставший отцом-основателем отечественной научной школы, воспитавшей плеяду гениальных ученых, работающих в атомной отрасли, начиная от энергетики и оборонной промышленности и заканчивая передовыми разработками в ядерной медицине и технологии искусственного интеллекта. Ядерная наука и технология – базовые составляющие не только энергетической отрасли, но и всей современной промышленности, фундаментальной и прикладной науки, настоящие «двигателем мирового прогресса».

С другой стороны, ядерное оружие из-за дестабилизации отношений на политической арене есть гарант стратегической безопасности, ядерная триада нашей страны обеспечивает надежный щит и опору дальнейшего развития России. В настоящее время только от мирового сообщества и руководства ведущих держав зависит порядок использования возможностей и энергии атома исключительно в мирных целях на благо цивилизации. «*Атом должен быть рабочим*, а не солдатом…» [6] – однажды скажет великий И.В. Курчатов. Так, историко-научные рефлексии, связанные с погружением в различные этапы развития атомной энергетики, с неизбежностью инициируют социально-философские и политические рефлексии, помогающие находить ответ на вопрос, совпадающий с темой тезисов.

Библиографический список

1. Овчаров, А. В. Из истории открытия радиоактивности / А.В. Овчаров, П.Д. Голубь // Наука и школа. 2021. №3. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/iz-istorii-otkrytiya-radioaktivnosti (дата обращения: 10.12.2024).
2. Вернадский, В.И. Собрание сочинений. // Т.1. М. «Наука». 2013. – С. 504.
3. Вернадский, В.И. «Очерки и речи». // Вып. 1. Пг. 1922. –……
4. Сазонов Д.Р. Манхэттенский и Курчатовский проекты как граница формирования биполярного мира /Д.Р. Сазонов, Т.Л. Михайлова // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. серия: управление в социальных системах. коммуникативные технологии. 2016. № 3. с. 28-31.
5. Жарких, М. В. Мирный атом – из XX в XXI в.: от оружия массового уничтожения до двигателя массового прогресса [Текст] / М. В. Жарких // Вестник МГИМО. – 2012. – № 5 (26). – С. 132-142.
6. Атом должен быть рабочим, а не солдатом… / [Электронный ресурс] // Муниципальное казенное учреждение культуры Озерского городского округа «Централизованная библиотечная система» (МКУК «ЦБС») [сайт]. – URL: https://libozersk.ru/atom-dolzhen-byt-rabochim-a-ne-soldatom/ (дата обращения: 14.12.2024).

УДК 004.9.008 + 16

БАШКАЕВА М.Д., МИХАЙЛОВА Т.Л.

СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ ФАКТОРЫ СТАНОВЛЕНИЯ ЦИФРОВОГО ТЕЛА В КОНТЕКСТЕ ТЕХНОНАУКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современная технонаука, объединяющая науку и технологии, трансформирует представления о человеческом теле, превращая его в *гибридный объект* – «цифровое тело» [1]. Этот феномен отражает процесс оцифровки физиологических параметров, эмоций и поведения, где данные становятся продолжением биологической материи. Исторически управление телом через технологии восходит к *дисциплинарным практикам*, описанным Мишелем Фуко: паноптикон Бентама символизировал контроль через видимость [2], а сегодня алгоритмы соцсетей и фитнес-трекеров реализуют «мягкую» биовласть, превращая пользователей в соучастников собственного надзора. Например, AppleWatch не только отслеживают пульс, но и формируют нарратив «идеального тела» через геймификацию, где шаги и калории превращаются в баллы достижений [3].

Социокультурные факторы, такие как культура самоконтроля и коммодификация данных, усиливают эту трансформацию. Социальные сети вроде Instagram и TikTok превращают тело в перформанс, где фильтры FaceTune и алгоритмы формируют эталоны красоты, порождая «цифровой дисморфизм» [4]. Как отмечает Шерри Тёркл, *онлайн-идентичность* существует в диалоге с физическим телом, создавая *гибридное «я»,* которое постоянно редактируется [4]. При этом данные с фитнес-трекеров и генетические тесты (например, 23andMe) становятся товаром, монетизируемым страховыми компаниями и корпорациями [5]. Зубофф называет это «*надзорным капитализмом*», где человеческий опыт превращается в сырьё для извлечения прибыли [6].

Философские импликации цифрового тела балансируют между эмансипацией и контролем. С одной стороны, технологии вроде CRISPR и нейроинтерфейсов (Neuralink) обещают преодоление биологических ограничений [7], с другой – *алгоритмический детерминизм*, как предупреждал М. Хайдеггер, превращает тело в «ресурс», готовый к эксплуатации [8]. Системы *социального кредита* в Китае или *предиктивная аналитика* в медицине демонстрируют, как данные ограничивают автономию, определяя доступ к услугам [9].

Таким образом, *цифровое тело* – это продукт взаимодействия технологий, экономики и культуры. Оно отражает переход к *обществу контроля*, где власть осуществляется через алгоритмы, а *идентичность конструируется данными*. Однако за оптимизмом «улучшения» скрываются риски утраты приватности и коммодификации жизни. Как писал Бруно Латур, «техника – это общество, ставшее устойчивым» [10], и понимание этой связи – ключ к сохранению *человеческого* в эпоху технонауки.

Библиографический список

1. Фукуяма, Ф. Наше постчеловеческое будущее: последствия биотехнологической революции / Ф. Фукуяма. – Москва: АСТ, 2004. – 349 с.
2. Фуко, М. Надзирать и наказывать. Рождение тюрьмы / М. Фуко; пер. с фр. В. Наумова. –Москва: Ad Marginem, 1999. – 480 с.
3. Lupton, D. The Quantified Self / D. Lupton. — Cambridge: Polity, 2016. – 200 p.
4. Turkle, S. Alone Together: Why We Expect More from Technology and Less from Each Other / S. Turkle. – New York: Basic Books, 2011. – 384 p.
5. 23andMe: Genetic Testing for Health, Ancestry and More [Электронныйресурс]. – URL: https://www.23andme.com (датаобращения: 12.10.2023).
6. Зубофф, Ш. Эпоха надзорного капитализма / Ш. Зубофф; пер. с англ. А. Шоломицкой. –Москва: АСТ, 2020. – 704 с.

7. Doudna, J. A Crack in Creation: Gene Editing and the Unthinkable Power to Control Evolution / J. Doudna, S. Sternberg. – Boston: Houghton Mifflin, 2017. – 304 p.
8. Хайдеггер, М. Вопрос о технике // Время и бытие / М. Хайдеггер; пер. с нем. В. Бибихина. –Москва: Республика, 1993. –С. 221–238.
9. Botsman, R. Big Data Meets Big Brother // Wired. – 2018. – № 5. – P. 45-52.
10. Латур, Б. Техника – это общество, ставшее устойчивым // Социология вещей / Б.Латур; пер. с фр. Д. Кралечкина. – Москва: Изд. дом Высшей школы экономики, 2006. – С. 107-135.

УДК009.621: 378+167/168.14

ВДОВИЧЕВА В.А.

ГУМАНИТАРНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОДГОТОВКИ ФИЗИКОВ-АТОМЩИКОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В условиях стремительного развития технологий и увеличения роли атомной энергетики в обществе актуализируются проблемы подготовки физиков-атомщиков, образование которых требует новых стратегий как ответ на вызовы *общества риска*. Необходимо задуматься о том, какие этические и безопасные аспекты должны учитываться при обучении специалистов этой сферы. Подготовка физиков-атомщиков не ограничивается лишь специальными техническими знаниями, но и включает в себя осознание ответственности за последствия своей деятельности. Этика в контексте подготовки физиков-атомщиков подразумевает не только соблюдение профессиональных стандартов, но и глубокое понимание последствий своих действий. Атомная энергия–мощный инструмент, способный как улучшить качество жизни, так и нанести непоправимый вред. Поэтому необходимо четко определить, что такое этика в науке, каковы ее императивы, и как она влияет на принятие решений. Рассматривая феномен безопасности, отметим, что, современная атомная технология в определенной мере отвечает двум важнейшим требованиям *автотрофности* [1], а именно: автономности и оптимальности.

Итак, первое – *автономность существования* и *функционирования* атомно-энергетических установок связана с высокой степенью компактности атомного топлива, позволяющей без значительных энергетических затрат поставлять данное топливо в любую точку нашей планеты; кстати, на данный момент в разработке находятся проекты по реализации энергетических установок на космических комплексах. Второе – высочайшая *эффективность атомного топлива*, дающая возможность отказаться от потребления органического топлива (природных веществ). Однако даже совокупность этих двух требований не в силах справиться с тем, что *третье условие автотрофности* нарушается, а именно: *гармоничность взаимоотношений с природными и социальными технологиями*. В первую очередь, это связано с проблемой захоронения радиоактивных отходов, которая до сих пор технологически не решена, да и нет гарантии, что решится вообще когда-либо. Решение этого вопроса специалисты ищут в другой плоскости: создание *новых типов реакторов*, которые будут связаны с естественной безопасностью. Хочется верить, что однажды ученые это реализуют; возможно, нашему поколению инженеров достанется эта проблема.

Более двух веков назад И. Кант выдвинул знаменитые вопросы, которые имеет смысл поставить перед инженерно-атомной общественностью XXI века [2]: 1) что я должен знать? 2) что должен делать? 3) на что я могу надеяться? Спроецируем их на проблему безопасности.

Применительно к безопасности АЭС, это означает следующие три момента: 1) инженер-атомщик должен обладать огромным объемом знаний не только *инженерно-технического*, но и *гуманитарно-культурологического* профиля. Роль *гуманитарно-*

культурологических знаний возросла в XXI веке неимоверно, ибо в экстремальных ситуациях необходимо осуществлять не только техническую экспертизу, но и *экспертизу этико-социальную*, связанную с поведением и отношениями между людьми; 2) инженер-атомщик должен уметь проводить широкий спектр профилактических работ. Любому работнику АЭС приходится выполнять разнообразные операции. Если работник не мотивирован этическими принципами (система моральных правил, осуществляющих контроль и коррекцию поведения людей), то он, как правило, перестает быть в должной степени бдительным и ответственным за свои поступки. Выходит, *этическое начало* играет первостепенную роль в *профессионально-атомных разработках и эксплуатации*; 3) на что надеяться атомщику в экстремальных ситуациях? В экстремальных ситуациях необходимо жестко согласовывать интересы не только различных групп, задействованных на АЭС, но и интересы государства в целом.

Этические нормы должны стать неотъемлемой частью образовательного процесса, формируя у будущих специалистов *чувство ответственности* за свои действия. Я считаю, что подготовка физиков-атомщиков должна включать в себя не только технические дисциплины, но и *курсы по этике и безопасности*, ведь ошибки в нашей профессии могут иметь катастрофические последствия для общества.

В заключениинужно отметить, что подготовка физиков-атомщиков должна быть *комплексной*, учитывающей не только научно-технические аспекты, но и *этико-аксиологические* как фундаментальное основание безопасности отрасли. Важно, чтобы будущие специалисты осознавали ответственность, понимая, что их работа может иметь как положительные, так и отрицательные последствия для общества. *Этическое воспитание* должно стать основой не только подготовки инженеров-атомщиков, чтобы избежать трагедий, обеспечив безопасное использование атомной энергии, но и быть инкорпорированным в процесс непрекращающегося профессионального роста современного инженера исследователя, служа импульсом личностного развития и резервуаром для искр творчества.

Библиографический список

1. Вернадский, В.И. Автотрофность человечества // Русский космизм: Антология философской мысли; сост. С.Г. Семеновой, А.Г. Гачевой; вступ. сл. С.Г. Гачевой. – М.: Педагогика-Пресс, 1993.– С. 288-331.
2. Кант, И. Критика чистого разума; пер. Н.О. Лосского. – М.: Наука, 1999. – 655 с.
3. Латур, Б. Наука в действии: следуя за учеными и инженерами внутри общества; пер. с англ. К. Федоровой. – СПб.: Изд-во Европейского университета в Санкт-Петербурге, 2013. – 413 с.
4. Философия науки. Методология и логика научных исследований: учеб. пособие / под ред. д-ра филос. наук, проф. А. Ф. Иванова. 2-е изд., доп. – СПб.: Изд-во СПбГЭТУ «ЛЭТИ», 2013. – 85 с.

УДК 009.167/168 .621:14/174

ГОЛОВКИНА Е.С.

РОЛЬ КНИГИ В. ГЕЙЗЕНБЕРГА «ФИЗИКА И ФИЛОСОФИЯ. ЧАСТЬ И ЦЕЛОЕ» В ФОРМИРОВАНИИ МЕТОДОЛОГИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ ИНЖЕНЕРА-ИССЛЕДОВАТЕЛЯ В СФЕРЕ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Книга Вернера Гейзенберга «Физика и философия. Часть и целое» занимает особое место в списке научной литературы. Написанная в форме автобиографических эссе, она исследует глубокие взаимосвязи между физикой, философией, культурой и политикой. Этот труд актуален для инженеров-исследователей в сфере атомной энергетики, где сложность исследуемых процессов, высокая цена ошибки, этическая ответственность– требуют не толь-

ко технических знаний, но и глубокого понимания *методологических принципов* как регуляторов научного познания. Инженер-исследователь в атомной энергетике сталкивается с *уникальным набором задач*. С одной стороны, он должен обладать глубокими *знаниями* в области ядерной физики, теплофизики, материаловедения и управления сложными техническими системами. С другой стороны, ему необходимо *уметь критически мыслить*, *оценивать риски*, *принимать решения в условиях неопределённости,* учитывая социальные и этические аспекты деятельности. Формирование *методологической культуры*, основанной на понимании фундаментальных принципов научного познания, есть важный элемент профессионального роста.

Раскроем ключевые идеи В. Гейзенберга, их актуальность для инженера-исследователя. Физик критикует классический детерминизм как базовый принцип классической науки, так как показывает, что классическое ньютоновское представление о мире как о наборе детерминированных процессов не работает в микромире, где действуют законы квантовой механики[1].Для инженера-исследователя это означает, что нельзя полагаться только на линейные модели и предсказуемое поведение систем. Нужно быть *готовым к нелинейности*, хаосу, учитывая *вероятностный* характер многих процессов. В. Гейзенберг подчеркивает, что акт наблюдения влияет на наблюдаемую систему [2], что есть маркер неклассической науки. Это особенно актуально в атомной энергетике, где измерения могут изменять параметры ядерных реакций и теплофизических процессов.

Методологическая подготовка особенно важна при разборе глав о языке как инструменте познания формирующейся неклассической науки. В. Гейзенберг, будучи великим физиком, тонко подмечает особенности функционирования языка как системы знаков, его трансформации в период смены парадигм. Он, в частности, говорит о том, что язык, используемый для описания мира, – это не просто пассивное отражение реальности, а *активный участник процесса познания*. Такие термины, как «частица» и «волна», являются метафорами, а не точным отражением природы квантовых объектов[3]. Это напоминает инженеру о необходимости постоянного *критического осмысления используемых терминов*, моделей и теорий. Нужно понимать их ограничения и не строить иллюзий о полном, исчерпывающем объективном знании. В. Гейзенберг признаёт, что наука не способна дать ответы на все вопросы, что существуют области, выходящие за рамки её компетенции – этические, социальные, философские[4]. Для инженера-исследователя это означает необходимость не только научно-технической компетентности, но и широкой гуманитарной эрудиции, расширяющей кругозор его творческих возможностей. Принимая решения, нужно руководствоваться не только технической целесообразностью, но и этическими нормами и социальной ответственностью. В атомной энергетике, где любое решение может иметь серьёзные последствия для общества и окружающей среды, это особенно важно.

Книга В. Гейзенберга включает некоторые *диалоги* великих физиков, например, «Квантовая механика и беседа с Эйнштейном», представляющая пятую главу книги «Часть и целое» [3,с. 187-197], ярко демонстрирует то, что научное познание – это не монолог, а *непрерывный процесс обсуждения*, споров и поиска компромисса[5].Инженер-исследователь должен уметь отстаивать свою точку зрения, но при этом быть открытым к критике, уметь слушать, учитывая мнение других. *Научные коммуникации* – это то, без чего наука невозможна. Произведение «Физика и философия. Часть и целое», написанное великим физиком, по существу, есть глубокое философское произведение, имеющее непосредственное отношение к профессиональной деятельности инженера-исследователя в сфере атомной энергетики, расширяющее горизонты своей специальности, посредством диалога с великими физиками, открывшими территорию микромира и подарившими нам его тайны.

Библиографический список
1. Гейзенберг, В. Шаги за горизонт: Сборник;пер. с нем.; под общ. ред. и вступ.ст. Н.Ф. Овчинникова.–М.: Прогресс, 1987. – С. 63-66.
2. Гейзенберг, В. Философские проблемы атомной физики. –М.: Наука, 2004. – С. 65.
3. Гейзенберг, В. Физика и философия. Часть и целое; пер. с нем. –М.: Наука, Гл. Ред. физ.-мат. лит-ры, 1989. – С. 25-27; 187-197.
4. Поппер, К.Логика научного исследования. – М.: Республика, 2002.– С. 73-75.
5. Кун, Т.Структура научных революций. – М.: АСТ, 2003. – С. 90-93.

УДК 167.168.008.621+ 174.140.8

ЕГОРОВА Е.С.

ЯДЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В XXI ВЕКЕ: ФИЛОСОФСКИЕ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Ядерная безопасность в современную эпоху перестала быть исключительно технической или военно-политической проблемой – она требует глубокого рефлексивно-философского осмысления и новых стратегических подходов. Исторический опыт, начиная с бомбардировок Хиросимы и Нагасаки (1945) и заканчивая катастрофами в Чернобыле (1986) и Фукусиме (2011), показал, что ядерные угрозы носят *глобальный характер*, затрагивая основы человеческого существования. Эти события заставили мировое сообщество пересмотреть традиционные *концепции безопасности*, сместив акцент с государственных интересов на защиту жизни и достоинства каждого человека.

Философский анализ проблемы ядерной безопасности выявляет необходимость перехода от парадигмы «нулевой суммы», где выгода одного государства означает ущерб для другого, к идее взаимозависимости и *коллективной ответственности*. *Конструктивистский подход* Александра Вендта подчеркивает, что восприятие угроз формируется под влиянием исторического контекста, культуры и норм международного права [3]. Так, Договор о нераспространении ядерного оружия (ДНЯО, 1968) и шестисторонние переговоры по КНДР (2003-2009) демонстрируют, как дипломатия и совместные усилия могут снижать напряженность. Однако, как отмечает Д. В. Сидорова в работе о переговорах с КНДР, отсутствие доверия между государствами часто тормозит прогресс [1].

Стратегические изменения в области ядерной безопасности включают усиление международного сотрудничества через такие институты, как МАГАТЭ, а также внедрение превентивных мер: регулярных проверок ядерных объектов, четких регламентов взаимодействия и повышения информированности населения. *Философия диалога*, предложенная, например, Юргеном Хабермасом, становится ключевым инструментом для поиска общих решений [2]. Примером успешного диалога служат переговоры между США и СССР во время Карибского кризиса (1962), предотвратившие ядерную войну благодаря взаимным уступкам.

Таким образом, ядерная безопасность в XXI веке требует сочетания этических принципов, таких как приоритет человеческой жизни, и практических стратегий, основанных на доверии и сотрудничестве. С точки зрения прав человека, ядерная безопасность должна рассматриваться как *вопрос защиты жизни и достоинства каждого человека*. Этот подход подчеркивает необходимость смещения фокуса с узкокорыстных национальных интересов на *универсальные человеческие ценности*. Только через интеграцию философских идей и конкретных мер, подкрепленных уроками истории, человечество сможет *минимизировать риски,* создав устойчивую *систему глобальной безопасности*. Создание платформ для *диалога* между государствами не только снизит напряженность, но и позволит выработать совместные решения в области ядерной безопасности.

Библиографический список
1. Сидорова, Д. В. Шестисторонние переговоры и возможности урегулирования проблемы КНДР на международной арене // Форум молодых ученых. 2022. №1 (65).– URL: https://cyberleninka.ru/article/n/shestistoronnie-peregovory-i-vozmozhnosti-uregulirovaniya-problemy-kndr-na-mezhdunarodnoy-arene (дата обращения: 11.01.2025).
2. Зайцев, А. В. Юрген Хабермас и его диалогика: понятие и сущность //Вестник КГУ. 2012. №5. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/yurgen-habermas-i-ego-dialogika-ponyatie-i-suschnost (дата обращения: 30.01.2025).
3. Александр Вендт о международной анархии // Образовательный портал «Справочник». – 27.08.2021. – URLhttps://spravochnick.ru/mezhdunarodnye_otnosheniya/aleksandr_vendt_o_mezhdunarodnoy_anarhii/ (дата обращения: 10.04.2025).

УДК 001.8. 167.316.72:62

ЕФРЕМОВ Д.О.

ТРАНСФОРМАЦИЯ НАУЧНЫХ КОММУНИКАЦИЙ В КОНТЕКСТЕ РОБОТОТЕХНИКИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р.Е. Алексеева

В быстро меняющемся ландшафте научных исследований инновации не знают границ. Значимое событие в этом ландшафте – робототехника; вышедшая за рамки традиционной роли в производстве, она – незаменимый инструмент в поисках знаний в широком спектре областей. *Слияние робототехники с научными исследованиями* открыло возможности для открытий, расширяя границы достигаемого в лабораториях и полевых исследованиях. Преобразующее влияние механизации на научные исследования укоренено в ее инновациях и адаптируемости, стимулирующих *эволюцию роботизированных систем*, делая их незаменимыми инструментами для исследователей в различных научных дисциплинах. *Инновации в робототехнике* – это постоянный путь, раздвигающий границы возможностей изобретений: разработка роботов с расширенной сенсорикой, интеграция искусственного интеллекта и машинного обучения, разработка новых платформ. Инновации – в основе каждого достижения; одна из таких областей – разработка специализированных *роботизированных инструментов*. Исследователи сотрудничают с инженерами для создания инструментов, адаптированных к конкретным исследовательским потребностям. Так, в микробиологии разработаны микроботы, перемещающиеся по человеческому телу, доставляющие лекарства к целевым клеткам, повышая эффективность лечения. *Технологии в материаловедении* – это создание мягких роботов, имитирующих адаптируемость живых организмов, изготовленных из эластичных материалов, протискивающихся в ограниченном пространстве, адаптируясь к сложным условиям, безопасно взаимодействуя с людьми. Они применяются здравоохранении, поисково-спасательных работах, мониторинге среды.

Адаптивность – еще один атрибут, изменяющий правила игры в научных исследованиях. Роботов можно перепрограммировать для выполнения широкого спектра задач, что делает их *универсальными инструментами* для исследовательских задач. Эта адаптивность распространяется и на физическую форму, позволяя исследователям создавать механизмы различных форм и размеров, подходящих для различных сред и исследовательских требований. Роботы не есть статичные объекты: они учатся и развиваются. Алгоритмы машинного обучения позволяют адаптироваться к меняющимся условиям, учиться на опыте, улучшая свои характеристики. Так, автономные дроны в сельском хозяйстве научаются выявлять, ле-

чить болезни растений на основе данных, собираемых во время полетов, оптимизируя управление посевами. В космонавтике роботы, отправленные на планеты, адаптируются к вызовам, принимая решения, корректируя действия на основе данных в реальном времени, обеспечивая успех миссии перед препятствиями. В сфере искусственного интеллекта их обучают понимать человеческие эмоции и социальные сигналы, что способствует *сотрудничеству* человека и механизма в различных приложениях – от здравоохранения до образования.

Научные коммуникации в области робототехники играют важную роль в формировании научных знаний, представлений о мире и самопонимания человека. Взаимодействие и обмен идеями между учеными и инженерами способствуют не только техническому прогрессу, но и фундаментальным *дискуссиям о природе технологий*, их воздействии на общество и этических аспектах использования роботов. *Философский анализ научных коммуникаций* в робототехнике может включать в себя вопросы о природе искусственного интеллекта, автономии роботов, их морально-этической ответственности, о взаимодействии между человеком и машиной. *Диалог между философами, учеными и инженерами* помогает разъяснить фундаментальные принципы и ценности, лежащие в основе разработки, способствуя пониманию последствий слияния человека и технологий. Рассмотрение научных коммуникаций в робототехнике инициирует вопросы самопонимания человека в новом технологическом контексте: как механизмы интегрируются в повседневность и профессиональную среду. Все это – вопросы о *границах* между человеком и машиной, *об идентичности,* о том, что делает человека уникальным и как технологии изменяют это представление. Изучение научных коммуникаций способствует осмыслению вопросов социокультурных последствиях технологического развития. Философы обращают внимание на вопросы социальной справедливости, равноправия доступа к технологиям, принципов безопасности и конфиденциальности данных, а также на влияние машин на трудовые отношения и экономические процессы. Интеграция робототехники в научные исследования дает бесчисленные преимущества, она также поднимает важные вопросы и проблемы. Необходимо тщательно учитывать этические соображения, связанные с использованием роботов, конфиденциальностью данных и возможностью увольнения. Обеспечение доступности технологий машиностроения для исследователей в мире есть приоритет для содействия инклюзивности научных достижений.

В заключение отметим, что *роль робототехники в научных исследованиях* является революционной. От автоматизации лабораторных задач до исследования дальних уголков нашей планеты и за ее пределами – роботы позволяют ученым расширять границы знаний. Благодаря *междисциплинарному сотрудничеству* и постоянным инновациям робототехника продолжит формировать будущее научных исследований, открывая новые горизонты открытий и понимания.

Библиографический список

1. Абдуллаев, Э. А. Робототехника в современном мире / Э. А. Абдуллаев. – Текст: непосредственный // Молодой ученый. – 2024. – № 1 (500). – С. 2-3. – URL: https://moluch.ru/archive/500/109815/

2. Никифоров, П. В. История развития и современное состояние робототехники // Вестник науки. 2019. № 1 (10). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/istoriya-razvitiya-i-sovremennoe-sostoyanie-robototehniki

3. Параскевов Александр Владимирович, Левченко Александра Владимировна Современная робототехника в России: реалии и перспективы (обзор) // Научный журнал КубГАУ. 2014. № 104. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-robototehnika-v-rossii-realii-i-perspektivy-obzor

4. Развитие робототехники и её будущее: применение, этика и безопасность – Текст: электронный // Вестник науки: [сайт]. – URL: https://www.вестник-науки.рф/article/9667

УДК 004.5.167: 316.77+174

ЖЕГЛОВ Г.В.

ГУМАНИЗАЦИЯ РЕКОМЕНДАЦИЙ: РОЛЬ ГРАФОВ ЗНАНИЙ В УЧЕТЕ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЦЕННОСТЕЙ ПОЛЬЗОВАТЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Современные рекомендательные системы играют ключевую роль *в цифровой среде*, помогая пользователям ориентироваться в обилии контента и принимать осознанные решения. Однако, часто их функционирование ограничивается математическими алгоритмами, игнорирующими более глубокие аспекты человеческого восприятия, такие как индивидуальные ценности, предпочтения и культурные особенности. Для преодоления этих ограничений перспективным решением выступают *графы знаний.* Они предоставляют мощный инструмент интеграции *семантической информации*, позволяя учитывать многослойные и субъективные факторы в процессе формирования рекомендаций.

Граф знаний представляет собой *сетевую структуру*, связывающую данные с их значением и контекстом, что дает возможность моделировать сложные взаимосвязи. Использование графов знаний позволяет не только *персонализировать рекомендации,* но и обеспечить более глубокую их *гуманизацию* за счет учета этических, культурных и социальных аспектов. При этом *граф знаний служит инструментом интеграции различных данных*, отражающих ценности и предпочтения пользователя, что создает основу для более точного анализа его запросов и поведения.

Ключевая задача заключается в разработке подходов, которые бы позволяли учитывать *индивидуальные ценности пользователя* на всех этапах функционирования рекомендательной системы. Например, анализ взаимодействий пользователя с системой через граф знаний позволяет *идентифицировать скрытые паттерны поведения,* указывающие на его предпочтения. Дополнительно, в граф знаний можно интегрировать внешние источники данных, такие как результаты опросов, культурные особенности региона или демографические характеристики, что способствует созданию более точного портрета пользователя.

Гуманизация рекомендаций через графы знаний тесно связана с *этическими вопросами*. Возникает необходимость обеспечения прозрачности, объяснимости и безопасности использования данных. Пользователь должен быть уверен в том, что его ценности и предпочтения не только корректно интерпретированы, но и защищены от возможного искажения или утечки. Внедрение этических принципов требует разработки новых моделей и методов, обеспечивающих баланс между персонализацией рекомендаций и сохранением *конфиденциальности данных.*

Использование графов знаний позволяет учитывать культурные и социальные особенности, что особенно важно в глобальном контексте. Так, предпочтения пользователей из разных стран могут существенно различаться в зависимости от их культурного контекста. Граф знаний позволяет учитывать эти различия, обеспечивая релевантность рекомендаций в различных регионах. Кроме того, такая система может учитывать изменения во времени, адаптируясь к динамике предпочтений пользователя и внешних условий.

Таким образом, графы знаний становятся не просто инструментом для повышения эффективности рекомендательных систем, но и ключевым фактором их гуманизации, что проявляется в учете индивидуальных ценностей, обеспечивающих *этическую прозрачность* и интегрирующих культурные и социальные аспекты. Гуманизация способствует тому, что взаимодействие пользователя с системой становится осознанным, удовлетворяющим его потребности. В эпоху цифровизации и глобализации такие подходы играют важнейшую роль в формировании доверия и устойчивого взаимодействия между технологиями и обществом.

Библиографический список

1. Burke, R. (2017). Multisided Fairness for Recommendation [Электронныйресурс]. - https://arxiv.org/pdf/1707.00093
2. Floridi, L., & Taddeo, M. (2016). What is Data Ethics? Philosophical Transactions of the Royal Society A. [Электронныйресурс]. –https:// www.researchgate.net /publication/ 310378891 _ What_is_Data_Ethics
3. Mittelstadt, B. D., et al. (2016). The Ethics of Algorithms: Mapping the Debate. Big Data & Society [Электронныйресурс].–https:// www .researchgate.net/ publication/ 309322060 _The_Ethics_of_Algorithms_Mapping_the_Debate
4. Харитонова, Ю.С. Рекомендательные системы: выработка правовых подходов в России и Китае /Ю.С. Харитонова, Т. Ян. [Электронный ресурс]. – https://www.researchgate.net/publication/378690794_Rekomendatelnye_sistemy_vyrabotka_pravovyh_podhodov_v_Rossii_i_Kitae
5. Волкова, И.А. Экскурс в графы знаний / И.А. Волкова Е.Д. Шамаева. [Электронный ресурс].–https://cyberleninka.ru/article/n/ekskurs-v-grafy-znaniy/viewer

УДК 001.167. 316.77.174: 62

ИВАНОВА К.Е., МИХАЙЛОВА Т.Л.

STS-ПОДХОД КАК ИНСТРУМЕНТ ИССЛЕДОВАНИЯ РАЗВИТИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

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

Атомная энергетика – перспективное направление в обеспечении глобальной энергетической безопасности. Однако её развитие неизбежно сопряжено с неоднозначными социальными последствиями, выходящими за рамки чисто технических аспектов. Трагическая авария на Чернобыльской АЭС в 1986 году – яркий пример катастрофических последствий, затрагивающих не только экологию, но и социальную, экономическую и политическую сферы целых регионов. Понимание последствий требует отказа от узкоспециализированного, технически ориентированного анализа и обращения к *междисциплинарным подходам*, способным осмыслить сложные взаимосвязи между наукой, технологиями и обществом [1]. STS-подход предлагает мощный инструмент для изучения развития атомной энергетики. Изучая взаимосвязь между научными открытиями, технологическими инновациями и их социальным контекстом, STS помогает проанализировать не только технические решения, но и *социокультурные, политические и экономические факторы*, влияющие на формирование атомной энергетики как отрасли, а также на восприятие обществом её рисков и преимуществ. Но простого описания социальных аспектов недостаточно, поэтому мы попытаемся оценить вклад STS-подхода в изучение атомной энергетики с точки зрения концепции Бруно Латура о социальных конструктах [3], а также обратимся к *этическим дилеммам*, связанным с *технологическими рисками* [4]. Поэтому цель тезисов – рассмотреть, как STS-подход помогает исследованию атомной энергетики.

STS-подход изменяет представление об атомной энергетике, раскрывая её взаимосвязь с социальными и политическими процессами, обнаруживая иллюзорность представления о «чистой» науке, свободной от внешних влияний. Разработка атомной бомбы в США в рамках Манхэттенского проекта (Rhodes, 1986) – яркий пример того, как научные исследования переплетаются с военными, политическими и экономическими интересами. STS-исследования фокусируются на социальных последствиях атомных технологий, выходящих за рамки чисто технических аспектов. Анализ рисков, связанных с радиационной безопасно-

стью, утилизацией радиоактивных отходов, потенциальной угрозой терроризма – центральный для STS-исследований, выявляющих ключевую роль общественности в процессе принятия решений относительно развития атомной энергетики. Общественные дебаты вокруг строительства новых АЭС во Франции демонстрируют необходимость информирования общественности для обеспечения социальной приемлемости этой технологии [5].

Вклад STS-подхода в развитие атомной энергетики велик. Во-первых, STS стимулирует широкие и *открытые общественные дискуссии* о безопасности АЭС, выводя обсуждение за рамки узкоспециализированных экспертных кругов. Катастрофа на АЭС «Фукусима» в 2011 году стала катализатором дискуссий, подчеркнув необходимость прозрачности и общественного контроля. Во-вторых, STS оказывает влияние на совершенствование регулирования атомной отрасли. Анализ рисков и оценка последствий, проводимые в рамках STS, способствуют разработке более строгих норм и правил в отношении безопасности реакторов и утилизации радиоактивных отходов [6]. И, наконец, STS-подход подчёркивает необходимость поиска альтернативных энергетических решений, более безопасных, устойчивых в долгосрочной перспективе. Активный рост инвестиций в солнечную и ветровую энергетику – наглядный пример того, как STS стимулирует инновации в области возобновляемых источников энергии.

Рассмотрение философских импликаций STS-подхода в контексте атомной энергетики сводится к артикуляции важной роли *этики* в процессе технологического развития, суть которой в том, что атомная энергетика, вследствие своих интенсивных рисков, требует этичного подхода на всех этапах – от исследований до утилизации отходов. Поэтому ответственность ученых перед обществом за разработку и применение атомных технологий – не просто техническая проблема, а моральный выбор и обязательство перед будущими поколениями. STS позволяет проанализировать распределение рисков и преимуществ атомной энергетики с позиции *социальной справедливости*. Проблема размещения ядерных отходов в слаборазвитых регионах – наглядный пример неравномерного распределения рисков и необходимости учета социальных факторов при принятии решений. Таким образом, STS-подход – это значимыйинструмент исследования атомной энергетики, помогающий осознать социальные последствия, разрабатывать ответственные и устойчивые стратегии развития технологии. Использование STS способствует гармоничному развитию атомной энергетики в контексте социальных, этических и политических реалий современного мира.

Библиографический список

1. Виноградова, Т.В. Этические проблемы творчества ученого: Научно-аналитический обзор. – М., 1998. –186 с.
2. Латур, Б. Лабораторная жизнь: построение фактов / Б. Латур, С. Волович – 2-е изд. – 1979:– Издательство Принстонского университета, 2013. –С. 15-42.
3. Латур, Б. Мы никогда не были современниками. – Издательство Гарвардского университета, 1993. – С. 50-101.
4. Бурнашев, Р.Ф. Философские аспекты цифровой этики в эпоху технологического прогресса // Universum: общественные науки: электрон. научн. журн, 2023, – с. 12(103). – URL: https://7universum.com/ru/social/archive/item/16461 (дата обращения: 04.12.2024).
5. Ковалев, Д. В. Философско-социологические аспекты связей с общественностью // Власть. 2010. №7. – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/filosofsko-sotsiologicheskie-aspekty-svyazey-s-obschestvennostyu (дата обращения: 05.12.2024).
6. Дрягина, Д. Р. Проблемы утилизации радиоактивных отходов / Д.Р. Дрягина, Р.А. Никонова // Вестник магистратуры. 2018. №5-4 (80). – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-utilizatsii-radioaktivnyh-othodov (дата обращения: 06.12.2024).

УДК 316.77.14

КОЛОСКОВА Е.М.

КАДРОВАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ: МЕЖДУ КОНТРОЛЕМ И ГУМАНИЗМОМ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Кадровая безопасность как концепция закрепилась в фундаментальных философских противоречиях, сопровождающих человечество со времен формирования первых социальных институтов. Понятие нельзя свести лишь к системе мер предотвращения утечек данных – это феномен, отражающий диалектику свободы и порядка, доверия и контроля. Исторически *идея защиты «кадрового ресурса»* зарождалась в период *индустриализации*, где человек рассматривался как часть механизма. Такой подход, восходящий к философии позитивизма Огюста Конта, предполагал, что *риски* можно минимизировать через унификацию и жесткую регламентацию [1]. Однако уже в XX веке, с развитием экзистенциализма и гуманистической психологии, акцент сместился на внутренний мир сотрудника – его мотивы, ценности, страхи. Работы Эриха Фромма и Абрахама Маслоу обозначили парадокс: стремление к безопасности, как базовой потребности, часто конфликтует с потребностью в самореализации, что порождает скрытые угрозы в виде демотивации или внутреннего сопротивления [2; 3].

Философский спор между *антропоцентризмом* и *системным подходом* остается ядром современных дискуссий о кадровой безопасности. С одной стороны, персонал воспринимается как носитель уникальных компетенций, чья креативность – источник инноваций, с другой – сотрудник видится потенциальным «агентом риска», чьи действия необходимо прогнозировать и ограничивать.

Гуманистические теории менеджмента уделяют основное внимание анализу поведения людей в процессе труда, их потребностей, взаимоотношений на рабочих местах. Теория Y Дугласа Макгрегора, утверждает, что сотрудники мотивированы внутренне, а не через принуждение [4]. Однако игнорирование контроля чревато рисками. В работе философа Ханны Арендт говорится, что даже рядовые сотрудники могут стать источником угрозы при отсутствии этических рамок [5].

Сегодня *цифровизация* усиливает нарастающие противоречия. Системы мониторинга, алгоритмы анализа поведения – все это инструменты, призванные обеспечить безопасность, однако они ставят под сомнение приватность и автономию личности. Баланс возможен через *принцип субсидиарности*: минимальный контроль, ответственность делегирована самим работникам. *Культура доверия,* основанная на диалоге (по Мартину Буберу), позволяет *совместить гуманизм и контроль* [6]. Философские основания такого подхода лежат в уважении автономии, прозрачности и соучастии. Когда сотрудники воспринимают меры безопасности не как надзор, а как защиту общих интересов, исчезает конфликт между личным и коллективным.

Библиографический список

1. Конт, О. Курс позитивной философии / О. Конт. – СПб.: Изд-во Русской Христианской гуманитарной академии, 2011. – 678 с.
2. Фромм, Э. Бегство от свободы / Э. Фромм; пер. с англ. А. Лактионова. –М.: АСТ, 2020. – 288 с.
3. Маслоу, А. Мотивация и личность / А. Маслоу; пер. с англ. Т. Гутман, Н. Мухина. – СПб.: Питер, 2019. – 400 с.
4. Макгрегор, Д. Человеческая сторона предприятия / Д. Макгрегор; пер. с англ. С. Жильцова. – М.: Альпина Паблишер, 2021. – 256 с.
5. Арендт, Х. Банальность зла: Эйхман в Иерусалиме / Х. Арендт; пер. с нем. С. Кастальского, Н. Рудницкой. – М.: Текст, 2020. – 352 с.

6. Бубер, М. Я и Ты / М. Бубер; пер. с нем. Ю. С. Терентьева. –М.: Республика, 1995. – 175 с.

УДК 001.167.168.316.77: 62

ЛАТУХОВА К. А., МИХАЙЛОВА Т.Л.

«ЗЕЛЕНАЯ ЛУЖАЙКА» И «КОЗЕЛ», ИЛИ О ФОРМИРОВАНИИ ЯЗЫКА В АТОМНОЙ ЭНЕРГЕТИКЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Язык, терминология и лексические схемы в области атомной энергетики берут начало с физики микромира начала XX века [1]. Важная задача на тот момент – объяснение квантовой теории и теории относительности новым языком, ибо языком классической физики это сделать невозможно. Приходилось вводить новые понятия, вырабатывая определения. Эта проблема до сих пор актуальна в связи с развитием науки в данной сфере. В чем же заключается ее сложность? Какие особенности можно выделить в лексике? Чтобы ответить на эти вопросы, обратимся к истории отрасли [2]. Становление терминологии в атомной энергетике началось в середине XX века. Это время революций в физике, смены парадигм, борьбы ученых старых и новых взглядов. Особенностью терминологической системы являлось то, что ее развитие шло практически во всех языках одновременно и примерно одинаковыми темпами, что обусловливалось темпами развития отрасли. Если у истоков классической физики сложности возникали из-за невозможности использования некоторых понятий, как, например, понятие «сила» у Ньютона, ввиду влияния церкви [3], то в нашем случае процесс описания тормозится столкновением с чем-то новым или неспособностью отразить прежними словами в полной мере суть объекта или явления. Решение этой задачи сводится к поиску определений, дающих целостное и однозначное описание.

Атомная энергетика долгое время была секретной отраслью, в связи с чем нужды в объяснении терминов не было, внутри научного сообщества, все и так понимали, о чем идет речь. К тому же можно было использовать математический формализм. Однако позднее, когда отрасль стала более открытой, появилась проблема, связанная с разъяснением общественности процессов, явлений и объектов, относящихся к этой отрасли. Это нужно было, ибо атомная энергетика активно развивалась, влияя на жизнь людей. После аварии на Чернобыльской АЭС многие стали негативно относиться ко всему, что связано с «атомом», т.к. было мало информации. Эта неизвестность обозначила особенность данного периода – переход от языка научного к повседневному. Важно было донести до людей смысл, скрывающийся за непонятными обозначениями и аббревиатурами, максимально точно и по возможности просто. Подобная задача стояла при переходе от математического формализма к языку физики элементарных частиц времен открытия постулатов Н. Бора, теории относительности, принципа неопределенности. Отличием было то, что ученые делали «перевод» для таких же ученых, как и они сами, а значит у них не было необходимости в упрощении языка. Однако главной проблемой была невозможность использования языка классической физики, ввиду заложенного в его слова смысла, и при этом неимения ничего взамен. Из-за этой особенности принцип дополнительности, сформулированный Н. Бором для описания теории корпускулярно-волнового дуализма, перешел в лексику. Квантовая физика настолько нова и разнообразна, что возможностей отдельно взятого языка недостаточно, чтобы описать ее. Каждый язык способен отразить лишь часть действительного, поэтому создать его для квантовой механики, чтобы было всецело и однозначно ее объяснить, невозможно. Поэтому актуализируется вопрос о *полисемии* и *омонимии терминов*.

Полисемия возникает при попытках использовать термины из близких областей знаний с несколько различным значением [4], т.е. термины становятся многозначными. Язык

науки этого не допускал, ибо суть терминов быть точными, однозначными, непротиворечивыми и систематичными, что определяет их «удачность» [4]. Удачные термины ускоряют развитие науки, а неудачные – тормозят, создавая запутанность и противоречивость или неполноту. Мы не в силах изменить основу языка, разделив его по областям знания так, чтобы слова, используемые в них, не повторялись, но можно придать иной смысл с помощью *контекста.*

Омонимия – совпадение в звучании и написании языковых единиц, значения которых не связаны друг с другом [4]. Для науки недопустимо возникновение омонимии в одной сфере, однако это есть необходимость, указывающая на то, что понятия конкретизируются *контекстом.* В этом случае важно грамотно подобрать *логическую схему*, чтобы «приемник информации» верно ее обработал. Например, слово «хвостовик» имеет значение «конструктивный элемент в нижней части тепловыделяющей сборки» и «патрубок системы подачи теплоносителя» [5]. Особенность языка в специализированных областях в том, что *омонимия* здесь – частный случай полисемии, ведь все термины относятся к одному полю знаний. Вернемся к примеру, с хвостовиком. Если рассматривать со стороны омонимии, то у него два значения: «деталь ТВС» и «патрубок», но, сточки зрения полисемии, у хвостовика в значении «патрубок» есть еще одно определение – «сопло спринклерной установки» [5]. Из-за этого явления возникают проблемы с переводом научных работ на другие языки, а, значит, и с обменом опытом и распространением информации между научными сообществами.

Как отмечалось, *становление терминологии в атомной энергетике* происходило практически параллельно во всех языках, что объяснялось примерно равными темпами развития отрасли в мире. Государства вели свои разработки секретно, потому что знания в этой области открывали путь к признанию авторитета государства, владеющего ими. Такая *закрытость,* в силу отсутствия коммуникаций между учеными из разных стран, привела к появлению в разных языках терминов, имеющих разное название, но значащих одно и то же. Впоследствии, когда сформировался МАГАТЭ, это вызвало значительные трудности как в составлении документации и словарей, так и в обмене опытом между учеными. Секретность разработок также привела к *образованию терминов-расширителей*. Они используются в устной речи и некоторой документации, но не фиксируются в словарях. Эти слова нужны для обозначения объектов, не раскрывая их сущности. Пользуются ими специалисты в данной сфере, ведь им без лишних слов понятен смысл, заложенный в это абстрактное название. Примерами таких слов могут быть «аппарат» – вместо «ядерный реактор», «изделие №Х» – для обозначения определенного типа топливной сборки [5].

Характерным для лексики атомной отрасли является *метонимический перенос значений,* основанный на связи или смежности явлений. Это могут быть как фамилии или географические названия ставшие нарицательными, к примеру Чернобыль, как обозначение аварии, так и общеупотребительные слова, ставшие аналогами: «топливная таблетка», где таблетка так названа из-за схожести формы и размера с формой выпуска лекарственных препаратов. Эта особенность указывает на невозможность создания нового языка конкретно для какой-либо отрасли в силу уже имеющихся и укоренившихся понятий. Активно развивается лексическая группа, называемая *профессионализмами.* Они заменяют массивные определения одним словом или выражением, но представители других профессий не могут их понять без разъяснений. Профессионализмы делятся на *заимствованные из повседневной лексики слова*, подвергшиеся *семантической специализации*, например, «зеленая лужайка» – последняя стадия вывода из эксплуатации радиационно опасного объекта, и взятые из жаргонов: выражение «заварить козла», где «козел» – урановая пробка в канале реактора.

Еще одна черта языка данной сферы – использование множества аббревиатур, значительно сокращающих объемы текстов, не искажая их смысла. К ним относятся РБМК, ВВЭР, ЯЭУ, ТВС и многие другие [6]. С развитием атомной энергетики ее слова все больше проникают в другие отрасли. В современном мире она тесно связана с химией, строительством, экологией, образованием… Ее влияние ощущается во многих сферах деятельности человека,

что приводит к возникновению в языке новых значений, эмоционально окрашенных выражений и новых функций у прежних терминов.

Подводя итог, можно выделить *следующие особенности развития языка в области атомной энергетики*: а) активное увеличение числа терминов, вследствие продолжающегося развития отрасли; б) лаконичность изложения информации за счет использования аббревиатур, большого количества определений в словосочетаниях, профессионализмов; в) *универсализация терминов* (термины закреплены в нормативно-технических документах); г) преобразования именных структур для указания на объекты, явления и процессы; д) проникновение лексики в другие виды дискурса; е) полисемия и омонимия; ж) использование терминов – расширителей. Атомная сфера – одна из областей технонауки, поэтому развитие ее языка будет продолжаться, пока на нее оказывают влияние «соседи по научной нише».

Библиографический список

1. Гейзенберг, В. Физика и философия. Часть и целое: Пер. с нем. М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – 400 с.
2. Баянина, Е. Об основных этапах формирования терминосистемы «атомная промышленность»/ Е. Баянина, С. Пегов // Научнитрудове на русенския университет. – 2012. – Т. 51, серия 6 – С. 43-45.
3. Койре, А. Гипотеза и эксперимент у Ньютона // Очерки истории философской мысли. О влиянии философских концепций на развитие научных теорий; пер. с фр. Я.А. Ляткера; общ. ред, и предисловие А.П. Юшкевича. – М.: Едиториал УРСС, 2004. –С. 175-193
4. Савельев, С. В. Многозначность терминологии атомной энергетики в контексте проблем прикладной терминографии //Вестник Омского государственного педагогического университета. Гуманитарные исследования. – 2018. – №1 (18) – С. 74-78.
5. Фельдман, Н. Б. О функционировании тематической группы лексики атомной отрасли в русском языке XXI века // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Русская философия. – 2018. – №1. – С. 32-38.
6. Шевелев, Я. В. О терминах и терминологических стандартах // Атомная энергия. – 1984. – Т.57. Вып. 5 – С. 323- 325.

УДК 174.316.77: 62

МАСЛОБОЙНИКОВА Л.А.

ЭТИКА РАЗВИТИЯ ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Развитие атомной энергетики сопровождается рядом *этических проблем*. С материальной и этической точки зрения, ядерная энергетика помогает решить проблему сохранения ресурсов будущим поколениям. Применение урана вместо запасов угля, газа и нефти – не только решит эту проблему, но и дополнит водородным сырьем. Так, реакторы на быстрых нейтронах (БР) работают на уране-238, запасов которого по подсчетам должно хватить на тысячу лет, кроме того, БР способны использовать в качестве топлива некоторые ядерные отходы. Однако технология БР более сложная, что увеличивает *риск* для персонала, населения и окружающей среды. Стоит учитывать, что подобные реакторы могут использоваться для наработки оружейного плутония-239. Эти факторы – *риски для безопасности*. Технический прогресс не должен ей противоречить.

Другая проблема заключается в переработке и захоронении радиоактивных отходов производства ядерного топлива, запасов плутония. Часть можно переработать, при этом снизив время радиотоксичности остатков, использовав их на некоторых видах станциях. Этот

процесс приносит свои риски для безопасности, связанные с транспортировкой, эксплуатацией реактора, возможностью проникновения и хищения, нецелевого использования [2]. Ядерную энергетику можно назвать этичной, когда наработка вредных продуктов не превышает их наработку [1].

От типа топливного цикла зависит вид и количество отходов, которые атомная электростанция будет создавать при своей работе. Закрытым циклом можно, с одной стороны, уменьшить объем и радиотоксичность ядерных отходов, получив дополнительное топливо для БР, а с другой стороны, ценой этому будет повышение рисков для безопасности населения. Снижая опасность ядерных отходов в будущем, повышают риски в настоящем. В свою очередь, открытый цикл предполагает перекладывание проблемы следующим поколениям, считая их технически более развитыми.

Таким образом, важно не только техническое развитие, но и сохранение морали общества, экологии и безопасности, поэтому высокие риски для населения являются причиной отказа внедрения более ресурсосберегающих технологий [2].

Библиографический список

1. Никипелов, Б.В. Этика и диалектика в ядерной энергетике / Б.В. Никипелов [Электронный ресурс]//Бюллетень по атомной энергии. – 2003. – №10. – С. 7-14 URL: https://elib.biblioatom.ru/text/byulleten-atomnoy-energii_2003_v10/p7/ (дата обращения: 09.01.2025).

2. Пронских, В.С. Проблемы ядерных технологий и радиационной безопасности / В. С. Пронских [Электронный ресурс]//Цифровой ученый: лаборатория философа. – 2020. – Т. 3. № 3. – С.-24. – DOI 10.5840/dspl20203323. – EDN HTFTLI.– URL: https://www.elibrary.ru/ download/ elibrary_44533886_68423592.pdf(дата обращения: 09.01.2025).

УДК 14.1: 330.162.

ПЕТРУХИН Р.А.

ФИЛОСОФИЯ КАЧЕСТВА КАК СИСТЕМООБРАЗУЮЩЕЕ НАЧАЛО ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Философия качества, трансформируясь под влиянием технологических инноваций, переосмысливается как стратегический ресурс, обеспечивающий устойчивость организаций в условиях экономической нестабильности, что инициирует необходимость формирования адаптивных механизмов управления, минимизирующих риски и укрепляющих конкурентоспособность. В условиях *гиперконкуренции* качество продукции и услуг становится дифференцирующим фактором, повышающим лояльность потребителей и рыночную устойчивость. Эмпирические исследования подтверждают корреляцию между качеством сервиса и финансовыми показателями компаний [1]. Инвестиции в качество, включая оптимизацию процессов, обучение персонала, позиционируются как долгосрочные вложения, обеспечивающие рентабельность и снижение транзакционных издержек [2]. Гибкие организационные структуры, поощряющие инициативу, ускоряют внедрение инноваций, повышая эффективность бизнес-процессов. Культура, ориентированная на непрерывное улучшение, способствует снижению конфликтности и росту производительности [3; 4]. Вовлечение персонала в системы управления качеством (через TQM) формирует среду коллективной ответственности, что важно для достижения стратегических целей [5].

Приведем адаптационные механизмы управления качеством: а) глобальные кризисы (пандемия COVID-19) актуализировали внедрение гибких систем качества (ISO 9001:2015),

ориентированных на клиентоцентричность и оперативную реакцию на изменения [6]; б) цифровые технологии (искусственный интеллект, bigdata) – это прогнозирование рыночных трендов, минимизация рисков, персонализация услуг; что усиливает адаптивность организаций [7]. Рассмотрим инновационные решения. А) Автоматизация производственных цепочек и внедрение AI-алгоритмов в секторах торговли, образования – повышают точность управления качеством, сокращая временные и финансовые затраты [8]. Б) Системная интеграция инноваций в стратегию организации, включая анализ их влияния на бизнес-процессы, – необходимое условие устойчивости в условиях волатильности [9].

В чем же связь системы управления качеством и экономической безопасностью? Высокий уровень качества снижает уязвимость организаций к внешним шокам (санкции, кризисы) за счет оптимизации ресурсов и минимизации операционных издержек [10]. Механизмы мониторинга качества (системы раннего предупреждения) обеспечивают своевременную адаптацию к изменениям, укрепляя экономическую стабильность [11].

В современных рыночных условиях качество трансформировалось из базового требования в ключевой фактор конкурентного преимущества. На фоне глобализации и усиления конкуренции организации, демонстрирующие способность обеспечивать высокие стандарты качества продукции и услуг, обладают стратегическим потенциалом. Эта тенденция обусловлена требовательностью потребителей, чьи ожидания в отношении качества подвержены постоянной динамике. Следовательно, философия качества приобретает статус стратегического ресурса, позволяющего компаниям как удовлетворять запросы клиентов, так прогнозировать их будущие потребности.

Организационная культура влияет как на внутренние процессы, так и на отношение персонала к вопросам качества. Формирование среды, где принципы качества интегрированы в корпоративную идеологию, способствует усилению мотивации сотрудников, повышению их вовлеченности, что позитивно коррелирует с операционной эффективностью. Гибкость организационной культуры, ориентированной на качество, – критическое условие адаптации к рыночным изменениям, ибо обеспечивает своевременное реагирование на внешние вызовы.

Инновационные подходы к совершенствованию качества играют существенную роль в укреплении экономической безопасности. Внедрение прогрессивных технологий и методов управления качеством позволяет организациям не только снижать уровень рисков, но и повышать устойчивость в условиях нестабильности. Инновации в этой сфере – это и технологические усовершенствования, и новые управленческие парадигмы, направленные на оптимизацию ресурсов и рост производительности. Взаимосвязь философии качества и экономической безопасности подчеркивает необходимость её интеграции в стратегическое управление. Экономическая стабильность организаций определяется их способностью адаптироваться к изменениям, минимизировать угрозы, обеспечивая долгосрочный рост. Философия качества – неотъемлемый элемент стратегии, способствующий как сохранению рыночных позиций, так и устойчивому развитию в конкурентной среде.

Философия качества, выступая системообразующим компонентом экономической безопасности, есть эффективный инструмент повышения конкурентоспособности и обеспечения устойчивого развития организаций в условиях современной экономики.

Библиографический список

1. Решетов, В. В. качество продукции как фактор конкурентоспособности / В. В. Решетов // Организатор производства. – 2010. – № 4(47). – С. 79-83. – EDN OYQXAR.
2. Семенова, Т. В. Качество как ключевой фактор достижения конкурентных преимуществ / Т. В. Семенова // Современные тенденции в экономике и управлении: новый взгляд. – 2012. – № 13-1. – С. 162-165. – EDN ROYXKV.
3. Школьный, Д.В. Особенности влияния организационной культуры на эффективность производственных предприятий / Д.В. Школьный, И.В. Грошев // Вестник университета. 2019. №7.– с.89-93

4. Гнетов, П. М. Исследование уровня и характера организационной культуры коллектива компании / П. М. Гнетов, Н. А. Кора // Вестник Поволжского института управления. – 2021. – Т. 21, № 1. – С. 80-90. – DOI 10.22394/1682-2358-2021-1-80-90. – EDN JZWWJF.
5. Широнина, Е. М. Практические аспекты оценки организационной культуры / Е. М. Широнина // Вестник университета. – 2020. – № 9. – С. 21-26. – DOI 10.26425/1816-4277-2020-9-21-26. – EDN GFPORG.
6. Кунаев, М. А. Адаптация российского бизнеса к внешним вызовам 2022-2023 гг. (на примере логистической компании) / М. А. Кунаев // Теория и практика общественного развития. – 2025. – № 3(203). – С. 80-88. – DOI 10.24158/tipor.2025.3.10. – EDN AZABPT.
7.Мартынова, Ю. А. Инновационные стратегии и управление изменениями в промышленном комплексе: адаптация к динамическим рыночным условиям и технологическим тенденциям / Ю. А. Мартынова // Инновации и инвестиции. – 2023. – № 6. – С. 9-12. – EDN AWZCVA.
8. Шораджабов, А. А. Инновационные технологии как фактор улучшения качества продукции / А. А. Шораджабов // Символ науки: международный научный журнал. – 2018. – № 12. – С. 40-43. – EDN VSUIFK.
9. Артюхова, И. В. Инновационный подход к качеству продукции как главный фактор обеспечения конкурентоспособности предприятия / И. В. Артюхова, А. А. Огородник // Инновационная наука. – 2015. – Т. 1, № 6(6). – С. 19-21. – EDN TWVBUL.
10.Валько, Д. В. Экономическая безопасность личности: сущность и структура / Д. В. Валько, Д. О. Климов // Управление в современных системах. – 2018. – № 4(20). – С. 98-103. – EDN YTHQKL.
11. Журов, Ю. В. Эволюция термина «безопасность», его взаимосвязь с национальной и экономической безопасностью / Ю. В. Журов // Вестник МГПУ. Серия: Экономика. – 2018. – № 4(18). – С. 54-65. – DOI 10.25688/2312-6647.2018.18.4.7. – EDN VPEQJL.

УДК 14.001.001.174: 008.2

ПУПЫНИН В.А., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ПЕРЕОСМЫСЛЕНИЕ ПРИРОДЫ ТЕХНОЛОГИЙ: ОТ ФИЛОСОФИИ ПРОГРЕССА – К ФИЛОСОФИИ АНТРОПОЦЕНОЗА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологии, изменившие существо науки, трансформирующие ее в качественно новую форму бытия – *технонауку*, – инициируют необходимость рефлексивного переосмысления нового ее контура. Ядерные технологии, реализация которых находит применение в атомных проектах века, изменяющих конфигурации мира [1], – наглядный пример такой необходимости.

Атомный век – это не просто очередная веха в истории научно-технического прогресса, но это настоящий *вызов для философии, этики и общественного сознания.* Двуликая сущность атомной энергии, подобно Янусу, раскрылась через жестокие страницы истории: от атомных бомбардировок Хиросимы и Нагасаки до трагедии на Фукусиме. Атомная энергетика продемонстрировала власть – как в форме технического превосходства, сопровождавшегося невиданными разрушениями, так и так и в *виде необратимых изменений* в мировоззрении и философии науки. Научный прогресс, возведенный в культ как некая абсолютная ценность, соответствующая природе науки с ее интенцией на истину, оказался и смертельным оружием, способным истребить сотни тысяч людей за секунды, свидетельство чего – бомбардировка Хиросимы и Нагасаки в августе 1945 г. Эта дата есть точка отсчета, в которой научное познание и моральные последствия его применения слились в неразрывное единство, требующее новой *философской рефлексии.*

Одна из первых рефлексий представлена XVI-ой главой «Об ответственности исследователя (1945-1950)» книги В. Гейзенберга «Часть и целое» [2, с.306-329], в которой описывается первая реакция членов «уранового клуба» – крупнейших немецких физиков, находящихся в английском имении Фарм-Холл, недалеко от Кавендишской лаборатории, под охраной американских солдат. В частности, особенно показательна реакция Отто Гана, открывшего расщепление урана, ставшее решающим и никем не предвиденным шагом в атомной технике» [2, с.307]. Отто Ган, отличавшийся «спокойным благоразумным поведением в трудных ситуациях», впал 6 августа 1945 г. в отчаяние: «его крупнейшее научное открытие теперь запятнано клеймом невообразимой катастрофы» [2, с.307]. Эта ситуация осознания факта успехов атомной физики, к которой шли физики в течение 25 лет, теперь стала причиной гибели более чем ста тысяч человек [1, с.307], что породило серьезную дискуссию среди физиков, вращающуюся вокруг *понятия «вина»* и поиска своей вины за последствия реализации атомного проекта. События 6 и 9 августа 1945 г. заставили человечество переосмыслить не только *природу технологий*, но и *их моральные границы*, став *символом гуманистической катастрофы* и необходимости переосмысления такого незыблемого понятия, как прогресс.

Атомная бомбардировка выявила *философский парадокс*: культивируемый научный прогресс связан и со смертельным оружием, и с феноменом глобального самоуничтожения. В критический момент философия науки инкорпорировала этическую проблематику. Так, 9 июля 1955 г. два величайших ума XX в., Бертран Рассел и Альберт Эйнштейн, выступили с совместным манифестом, известным как «Манифест Рассела – Эйнштейна», стал одним из значимых документов эпохи, ставшим важным шагом на пути осознания опасности ядерного оружия и необходимости мирного сосуществования. Его подписали 11 выдающихся деятелей науки: А. Эйнштейн, Ф. Жолио-Кюри, Дж. Ротблат, Б. Рассел, М. Борн, П. Уильямс Бриджмен, Л. Инфельд, Л.Полинг и др. [3], что стало основанием для формирования *Пагуошского движения* ученых и подписания Договора о нераспространении ядерного оружия в 1968 г. Именно этот Договор предусматривает меры по контролю за соблюдением его положений, включая инспекции Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ).В этом году, кстати, исполняется 70 лет Манифесту Рассела-Эйнштейна.

Если события Хиросимы и Нагасаки, будучи символом начала атомного века, есть некий рубеж эпохи, вписывающейся в контекст *философии прогресса* как аксиологического основания для рефлексивного осмысления *противоречивости научного прогресса*, то Фукусимская катастрофа XXI в. – наглядное подтверждение *неуправляемости техники*. Трагедия на Фукусиме в 2011 г., будучи следствием землетрясения и цунами, обнаружила еще одну опасность атомной энергетики – её способность элиминировать надежду на прогресс, трансформируя ее в *катастрофическое сознание*. В этом смысле Фукусима – репрезентант *постмодернистского кризиса научного оптимизма*, когда технические решения, далекие от безупречности, становятся источником глобальных угроз.

Ядерная катастрофа на Фукусиме поставила мир перед дилеммой: либо признание факта утраты человечеством способности контроля своей судьбы в условиях технологической цивилизации, либо *начало конструирования новых философских оснований* для понимания и контроля силы, выходящей из-под нашего контроля, что требует учета рисков с использованием комплексного анализа модальных онтологий. Поэтому рождающаяся на фоне ядерных катастроф *критика технократической утопии* в рамках философии науки должна дополниться *философией антропоценоза* [4],смысловое ядро которой – интенция на выживание человечества в условиях техногенной угрозы, что актуализирует учет последствий за свои действия перед будущими поколениями. В контексте развития атомной энергетики проясняются слова Бруно Латура, теоретика технонауки, о неразрывности природы и общества; он резюмирует это единство так: «мы никогда не поймем значение слов *ойкос*, *логос, фюзис* и *полис*, если не будем рассматривать все четыре концепта одновременно» [5, с. 9]. Поэтому «технологии не просто инструменты; они становятся неотъемлемой частью нашего социаль-

ного и культурного ландшафта» [6], что есть основание для рефлексии относительно науки вообще. Технонаука – не только источник потенциальных возможностей, но и сфера, требующая осмысления и *морального контроля,* что инициирует *концепции ответственности.* Философ Ганс Йонас, развивая этику ответственности, выдвигает ее основной концепт, обязательно учитывающий долгосрочные последствия использования атомной энергии: «*Действия, совершаемые сегодня, должны оцениваться с точки зрения их влияния на будущее человечества*»[7, с. 34]. Этот этический принцип, коррелирующий с гуманистической философией *антропоценоза* XXI века, служит дополнением философии прогресса.

Библиографический список

1. Сазонов, Д.Р. Манхэттенский и Курчатовский проекты как граница формирования биполярного мира /Д.Р. Сазонов, Т.Л. Михайлова // Вестник НГТУ им. Р.Е. Алексеева. серия: управление в социальных системах. коммуникативные технологии. 2016. № 3. –. С. 28-31.
2. Гейзенберг, В. Часть и целое (Беседы вокруг атомной физики); пер. с нем. В.В. Бибихина/ Физика и философия. Часть и целое. –М.: Наука. Гл. ред. физ.-мат. лит., 1989. – С. 134-360.
3. Рыжов, Ю. А. Учёные Академии в Пагуошском движении / Ю.А. Рыжов, М.А. Лебедев // Вестник РАН. 2005. Т. 75. № 6.
4. Узарашвили, Л.М. Состояние антропоцена: от онтологии глобальности к планетарному существованию // Международный журнал исследований культуры (International-JournalofCulturalResearch).– 2022. № 2 (47).
5. Латур, Б. Политика природы; пер. Е. Блинова. – М: Ад Маргинем Пресс, 2018. – 336 с.
6. Латур, Б. Нового времени не было. Эссе по ассиметричной антропологии; пер. с фр. Д.Я. Калугина.– Санкт-Петербург: Европейский университет в Санкт-Петербурге, 2006.–С.17.
7. Йонас, Г.Принцип ответственности: Опытэтики для технологической цивилизации; Наука как персональный опыт / Г. Йонас; пер. И.И. Маханькова. – Москва: Айрис-пресс, 2004.– 479 с.

УДК 004.8.008.2: 174

СКВОРЦОВ П.В.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ В ПОСТГУМАНИСТИЧЕСКОМ МИРЕ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Информационная безопасность в постгуманистическом мире – одна из важнейших тем в условиях трансформации общества. *Постгуманизм*, характеризующийся изменением понимания человека в связи с развитием технологий и искусственного интеллекта, ставит перед человечеством вызовы, которые ранее были гипотетическими. В современных условиях не только границы между человеком и машиной становятся менее четкими, но и вопросы этики, безопасности, приватности информации приобретают качественно новое значение. В *эпоху постгуманизма* развитие технологий приводит к расширению возможностей обработки и использования информации. Как отмечал Тейяр де Шарден, человечество движется к созданию «ноосферы» – *глобального информационного поля, где объединяются знания и созна-*

ние людей [1]. Однако с этим расширением возможностей усиливается и уязвимость человека перед манипуляцией, утечкой данных и кибератаками. В частности, Э. Тоффлер в своей работе «Третья волна» указывает, что новые технологии не только создают инновации, но и формируют *новые риски*, связанные с *непредсказуемостью* их использования [2]. Эти риски распространяются на биометрические данные, интеллектуальную собственность, искусственный интеллект, функционирующий даже за пределами человеческого контроля.

Информация становится не только ресурсом, но и оружием. В постгуманистическом обществе данные о человеке, включая его геном, поведенческие паттерны и предпочтения, есть основа для коммерческих, социальных и политических манипуляций. Ю. Харари в книге «HomoDeus» отмечает, что технологии уже сегодня способны предсказывать и управлять поведением людей, создавая опасность подчинения индивидуальных решений алгоритмам [5]. В этой связи информационная безопасность становится не только технической задачей, но и *этической дилеммой*. Нужно определить, кто и на каких основаниях контролирует доступ к данным, и как гарантировать их защиту от злоупотреблений.

Л. Флориди в работе «The Ethic sofI nformation» подчеркивает, что *постгуманистический мир требует нового взгляда на информационную этику* [4]. Проблемы безопасности нельзя решать изолированно от этических аспектов, связанных с защитой прав личности. Например, искусственный интеллект способен нарушать принцип справедливости, если алгоритмы принимают решения, основываясь на предвзятых данных. Это актуально в контексте алгоритмического управления в финансовых, медицинских и правовых системах, где ошибки могут привести к масштабным социальным последствиям.

Р. Курцвейл рассматривает, как технологии преобразуют границы между человеком и машиной, создавая *новые типы киберугроз* [6]. Так, подключение мозга к сетям, перспективы которого активно обсуждаются, требует создания принципиально новых стандартов кибербезопасности. Если информация о мыслях или намерениях человека станет доступной третьим лицам, это откроет путь к беспрецедентным злоупотреблениям. Т. Байнум в «Computer and Information Ethics» отмечает, что необходимо выработать *комплексные подходы*, сочетающие технологии и философию, для минимизации угроз и *сохранения человеческих ценностей в цифровую эпоху* [3]. Такие подходы включают разработку прозрачных алгоритмов, систем защиты данных и механизмов этического контроля.

В итоге отметим, что постгуманистический мир требует переосмысления подходов к информационной безопасности: это не только технологическая, но *и философская проблема,* затрагивающая основы *человеческой идентичности* и *свободы*. Защита данных – не только вопрос сохранения конфиденциальности, но и условие предотвращения утраты человеком контроля над своей *судьбой в мире*, где границы между органическим и неорганическим стираются. Только *синергия технологий, этики и политики* может создать безопасную и устойчивую информационную среду для будущего человечества.

Библиографический список

1. Тейяр де Шарден, П. Феномен человека. – М.: АСТ, 2008.– 235 с.
2. Тоффлер, Э. Третья волна. – М.: АСТ, 2004. – 261 с.
3. Bynum, T. W. Computer and Information Ethics // Stanford Encyclopedia of Philosophy, 2018. [Электронныйресурс]. – URL: https:/ /plato.stanford.edu/ archIves/ spr 2018/entries/ethics-computer/(датаобращения: 06.12.2024)
4. Floridi, Л. The Ethics of Information. – Oxford: Oxford University Press, 2013.
5. Харари, Ю. Н. Homo Deus. Краткая история завтрашнего дня. – М.: Синдбад, 2017. –572 с.

6. Курцвейл, Р. Эволюция разума; пер. с англ. Т.Л. Мосоловой. – М.: Изд-во «Э», 2015. – 352 с.

УДК 14: 004.008.2 + 174

ТРЕХЛЕБ П.Д., МИХАЙЛОВА Т.Л.

ДОМ БЕЗ ГРАНИЦ: СИНГУЛЯРНОСТЬ КАК ПУТЬ К НОВОЙ ЧЕЛОВЕЧЕСКОЙ ИДЕНТИЧНОСТИ

Нижегородский государственный технический университет имени Р. Е. Алексеева

Ускоряющееся развитие технологий искусственного интеллекта инициирует обращение к понятию «технологическая сингулярность» [1], что актуализирует проблему влияния технологической сингулярности на человеческое существование. Концепция технологической сингулярности проблематизирует ряд вопросов: уникальность разума, традиционные представления о свободе воли и идентичности [2], социальные и культурные нормы, утрачивающие значимость в условиях технологической трансформации.

Технологическая сингулярность – предположительная точка во времени, после которой развитие технического прогресса станет настолько быстрым и сложным, что сама техника окажется недоступной пониманию человека [1]. Будучи «точкой предела», сингулярность как феномен представляет интересный *объект исследования* не только для представителей технико-технологического массива знаний, но и для философов различных направлений, философско-методологическое освоение границ как топосов – особый предмет их исследования. Граница – то место, где формируется новое качество, что особенно значимо при анализе экзистенциальных ситуаций. *Цель наших* тезисов – сконцентрироваться на *антропологическом аспекте сингулярности*, связанном с осмыслением «новой» реальности, в которой либо человек и машина смогут существовать в синергии, либо существование человеческого оказывается под вопросом, если элиминируется граница между «человеческим» и «технологическим», и тогда наступит эпоха пост-постчеловеческого. Действительно, анализ феномена сингулярности и его воздействия на человеческую природу, общество, социальные структуры, культуру – в условиях технологического доминирования вызывает глубокий интерес. Осмысление перспективы сохранения человеческой сущности – смысловое ядро философско-методологических и социокультурных рефлексий. Дискуссии вокруг понятий постчеловеческого и пост-постчеловеческого предполагает артикуляцию *основных сценариев будущего*, о чем пишут представители различных массивов знаний [3].

Существует две основные перспективы развития будущего: (а) *оптимистическая,* допускающая интеграцию технологий в человеческое существование для усиления возможностей разума и тела, и (б) *пессимистическая,* предупреждающая о *риске дегуманизации,* потери идентичности и автономии. «На самом деле мы не можем предсказать будущее, потому что техника не детерминистична. Одна и та же техника закладывала основу очень разных общественных устройств. Изобретение искусственного интеллекта и биотехнологий непременно изменит мир, но оно не предписывает единственного детерминированного исхода. Все *сценарии* следует воспринимать как *вероятности*, а не пророчества», – объясняет невозможность предсказания Ю.Н. Харари [4]. Если все-таки баланс в эпоху сингулярности окажется недостижимым, человечество столкнется одной из двух крайностей, задающей вектор будущего. Главная сложность состоит в том, что и оптимистическая, и пессимистическая перспективы предполагают такие изменения в обществе и сознании, которые невозможно полностью предсказать. Пока ясно одно: с*ингулярность как кульминация технологической эволюции*, несомненно, приведет к глубинным изменениям в социальных структурах и культурных практиках.

Онтологически сингулярность стирает границу между естественным и искусственным, что изменяет само понятие «человека», а вместе с ним – и семантическое гнездо понятий, связанных с ним. В частности, понятие «Дом», к которому «влечет человека в своей ностальгии», – как оно меняется при элиминации этой границы? Вопрос о доме человека – этот центральный мировоззренческий вопрос М. Хайдеггера [5, с.119] – как он видоизменяется в случае размывания границы между искусственным и естественным? Достаточен ли контекст информационного общества, чтобы быть комфортным домом человека, домом без границ? Скорее всего, этот постчеловек / или пост-постчеловек – обречен быть «между», в вечных поисках своей идентичности, что обостряет освоение инструментария для этого поиска. Пока очевидно, вслед за логикой М. Хайдеггера, что Дом – это не просто физическое пространство, а метафора укорененности, стабильности и смыслового ядра, организующая человеческую жизнь. Это совокупность традиций, привычек, ценностей и социальных связей, дающих человеку ощущение принадлежности и защищенности.

В качестве *итога тезисов* можно констатировать, что порог технологической сингулярности ознаменован потерей человечеством привычных ориентиров и стабильности, что позволяет принять Дом, т.е. МИР через *метафору ускользающего дома* [6]. Эта метафора тем более удовлетворяет на данном этапе, ибо мы осознаем, что сингулярность не требует ответа на вопрос, каким будет наше будущее. Она лишь обозначает выбор, заставляя принять перемены, признавая, что дом – это не то, что мы покидаем, а то, что мы носим внутри себя. Выбор – часть того, что делает нас людьми: способность жить в состоянии вечного вопрошания, находя смысл не в конечной цели, а в самом процессе становления. Скорее всего именно тоска не по дому как локальному топосу, а *по дому как состоянию целостности*, утраченному нами, но продолжающемуся процессу поиска – определяет нашу человеческую сущность. Наша общая задача – не потерять право на выбор и надежду на поиск.

Библиографический список

1. Курцвейл, Р. Эволюция разума; пер. с англ. Т.Л. Мосоловой. – М.: Изд-во «Э», 2015. – 352 с.
2. Рябов, А.А. Эволюция – через призму технологической сингулярности, или о «пришествии электронных» личностей / А. А. Рябов, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий научный вестник, 2016. № 3. Ч.4. – С. 585-588.
3. Сидоренко, О.О. Технологическая сингулярность как неминуемое событие: позитивная и негативная стороны вопроса / О.О. Сидоренко, Т.Л. Михайлова // Международный студенческий научный вестник, 2015. № 4. Ч.4. – С. 632-628.
4. Харари, Ю.Н. Homo Deus. Краткая история будущего; пер. с англ. Александр Андреев / 2018. – 496 с.–URL: http://loveread.ec/view_global.php?id=75853 (дата обращения: 25.11.2024).
5. Хайдеггер, М. Основные понятия метафизики // Вопросы философии. 1989. № 9. – С.116-158.
6. Зубофф, Ш. The Age of Surveillance Capitalism. The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power; под ред. Я. Охонько и А.Смирнова; пер. с англ. А.Ф. Васильева.– Изд-во Института Гайдара, 2022.

СЕКЦИЯ 14

СТУДЕНЧЕСКИЕ ИНЖЕНЕРНЫЕ ПРОЕКТЫ

УДК 620.174.22

БАБУШКИН М.Н., ДЕМЧЕНКО О.А.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЧНОСТНЫХ СВОЙСТВ СТРУКТУРНЫХ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПЛАСТМАССОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Технологии 3D-печати получили широкое применение в самых различных областях. Это связано с простой и достаточно точной производственной возможностью создания небольших и средних изделий со сложной геометрией.

Использование пластиковых материалов в 3D-печати имеет несколько преимуществ [1]: высокая прочность и жесткость изделий, изготовленных из таких материалов; пластиковые материалы, как правило, имеют низкую плотность, что уменьшает общий вес конечного продукта; данные материалы могут демонстрировать устойчивость к агрессивным условиям и высоким температурам; реализация сложных форм и конструкций.

Правильная настройка заполнения, ориентации и поддержек во время 3D-печати способствует повышению прочности, экономии материалов и ускорению процесса производства. Тем не менее, поиски оптимальных параметров заполнения по-прежнему часто происходят экспериментальным путем, что требует значительных временных затрат.

Таким образом, задача разработки оптимальной структуры для 3D-печати неполного пластикового изделия, сопоставимой по прочности с монолитными деталями, остаётся актуальной.

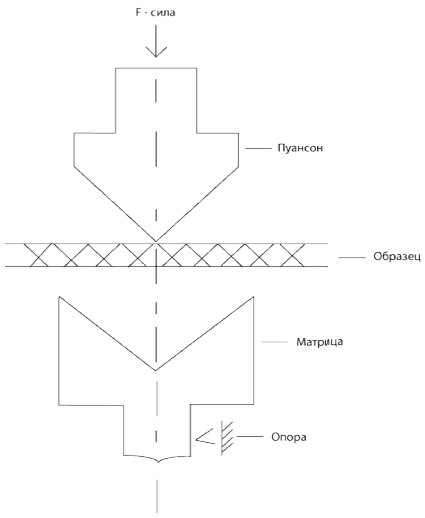
Для повышения эффективности производства и снижения затрат нужно заменить полное заполнение конструкции филаментом на структурную трехмерную силовую решетку, которая будет соответствовать внешней форме изделия, сохраняя при этом его прочностные характеристики и жесткость.

В целях изучения прочностных показателей изделий будет применяться испытательная машина Universal Testing Machine Hongjin HS-UT-5PC [2], которая была модернизирована с целью получения возможности использования её для испытаний на изгиб. Внешний вид машины и силовая схема эксперимента приведены на рис. 1. С ее помощью планируется провести испытания на изгиб образцов [3], напечатанных на 3D принтере, которые будут иметь различную плотность заполнения, а также различные структурные элементы в своей конструкции (рис.2).

В процессе выполнения данной научно-исследовательской работы планируется достичь следующих целей: создать трехмерные структурные элементы с разными конфигурациями и степенями заполнения, используя 3D-печать; провести экспериментальные исследования для оценки прочностных характеристик этих изделий в сравнении с полнотелыми моделями; определить оптимальные области применения изделий с неполной заливкой в зависимости от приложенных нагрузок.



а



б

Рис 1. Внешний вид машины Universal Testing Machine Hongjin HS-UT-5PC (*а*) и силовая схема эксперимента (*б*)

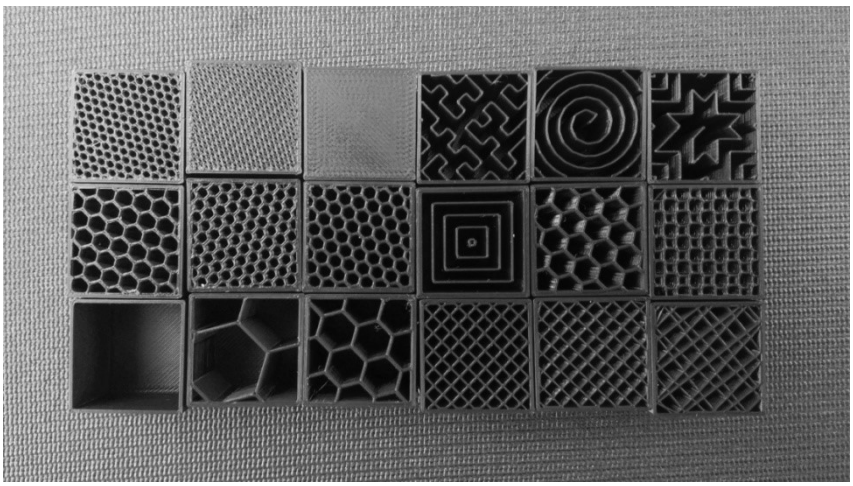


Рис. 2. Трехмерные структурные элементы с разными конфигурациями и степенями заполнения

Библиографический список

1. Пластики для 3D печати, все что нужно знать о материалах – [Электронный ресурс] https://3d-diy.ru/blog/raznovidnosti-plastikov-3D-pechati/
2. Technical documentation Universal Testing Machine HS-UT-5PC
3. ГОСТ 4648 – 2014 Пластмассы. Метод испытания на статический изгиб

УДК 629.7

БАТЫГИНА Д.А., КУЛАГИН А.Л., ГУДОВ А.А., ПОКУСАЕВ Д.Г., ТАРАСОВ В.К.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА СОЗДАНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Разработка алгоритма создания – важный этап реализации проекта. Стоит учитывать входные данные, возможности команды и результат, который требуется достичь. Построение

алгоритма включает в себя следующие этапы: декомпозиция задач от выбора концепции до создания конкурсной модели; последовательность реализации задач; включение подзадач; формирование критериев оценки выполнения задач. В настоящее время самым распространенным способом оформления плана реализации, благодаря своей наглядности, компактности и выразительности, являются блок-схемы.

В нашем случае создание беспилотного воздушного судна (далее БВС) предполагает обнаружение концептуальных и вычислительных неточностей. Ввиду этого, была выбрана схема с возможностью возврата к более ранним этапам при условии не соответствия критериям оценки. Данный принцип заложен на любой из стадий реализации. Это позволяет оперативно идентифицировать ошибки и вносить корректировки с минимальной трудоемкостью. Введение в работу данных принципов организации деятельности, оптимизирует процесс создания БВС.

Присутствие разбиения основных частей (разработка концепции; проектирование; производственный этап) на более мелкие помогает точнее понять, что мы хотим достигнуть после выполнения каждого из них, при этом каждый следующий этап дополняет предыдущий, раскрывая его более полно с каждой стороны, что позволяет команде «СКБ БПЛА НГТУ» оптимизировать расход времени и более детально рассматривать каждый процесс в создании конкурсной модели.

На данный момент можно считать нашу блок-схему абсолютно конкурентоспособной, так как она полностью отражает все этапы и их суть, а также позволяет точно рассчитывать количество сил и времени, требуемых на их реализацию.

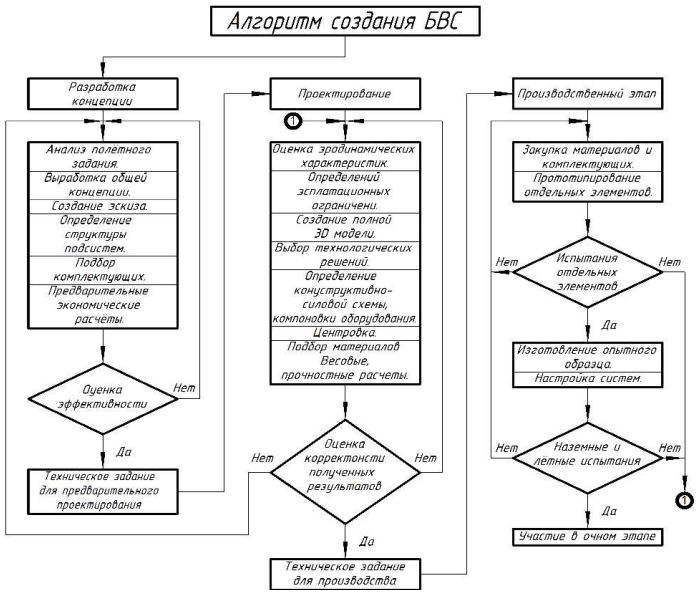


Рис. 1. Алгоритм создания БВС

УДК 681.3

ДЕМАШОВ А.С., ДИДЕНКО В.В., БУДАРАГИН Р.В.

ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ ПРИ СОЗДАНИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО КАРКАСА ДЛЯ ЛАБОРАТОРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕРМОПАР

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В современном образовательном процессе лабораторные исследования играют ключевую роль в формировании практических навыков и понимания физических явлений. Одним из важных объектов исследования являются термопары, которые используются для измерения температуры. В данной работе студенческое конструкторское бюро разработало лабора-

торную установку для изучения термопар, включающую универсальный каркас, который обеспечивает надежность и гибкость экспериментальных процедур.

Создание универсального каркаса для лабораторных исследований термопар требует тщательного инженерно-технического подхода. В рамках проекта была разработана модель каркаса в среде КОМПАС-3D, что позволило визуализировать и оптимизировать конструкцию до её физического воплощения (рис. 1). В состав стенда входят сенсорный монитор, каркас из конструкционного профиля, электрическая схема, строительный фен с креплением, средства вентиляции и кнопки. Модель каркаса учитывает все требования к прочности, устойчивости и функциональности, обеспечивая его эффективное использование в учебном процессе. Каркас изготовлен из конструкционного профиля, что обеспечивает его долговечность и надежность, позволяя выдерживать значительные механические нагрузки и обеспечивать стабильность установки. Конструкционный профиль легко поддается обработке, что позволяет адаптировать каркас под различные экспериментальные задачи.

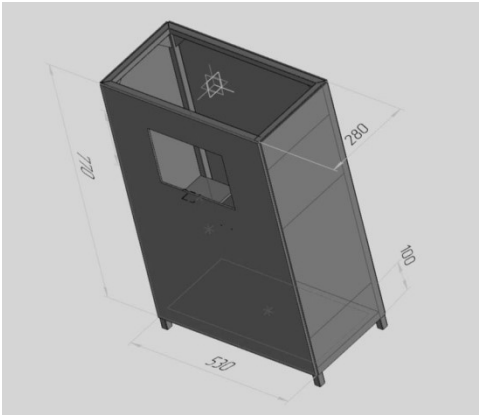


Рис. 1. 3D-модель конструкции

Одним из ключевых преимуществ разработанного каркаса является его универсальность. Он подходит для различных типов термопар и экспериментальных условий, делая его незаменимым инструментом в учебной лаборатории. Универсальность каркаса позволяет студентам проводить широкий спектр исследований – от базовых измерений температуры до сложных экспериментов по калибровке и тестированию термопар. Разработка и реализация каркаса являются важным шагом в совершенствовании учебного процесса. Использование современных технологий моделирования и качественных материалов позволило создать надежную и функциональную установку, способствующую более глубокому пониманию физических принципов измерения температуры. Универсальность и долговечность каркаса делают его незаменимым для проведения разнообразных экспериментов, открывая новые возможности для образовательного процесса [1].

1. Иванов, А.А. Проектирование лабораторных установок. - Москва: Наука, 2018. - 256 с.

УДК 536.24

ДЕМАШОВ А.С., ЛОБАНОВ А.Е., БУДАРАГИН Р.В.

ТЕПЛОВОЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВОЙ ИЗОЛЯЦИИ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Тепловая изоляция играет ключевую роль в обеспечении эффективности и безопасности различных технических систем, особенно в условиях, где требуется поддержание стабильных температурных режимов. В рамках студенческого конструкторского бюро была

проведена разработка лабораторной работы по изучению термопар, в ходе которой выполнен тепловой расчет тепловой изоляции. Актуальность данной темы обусловлена необходимостью оптимизации тепловых процессов, что позволяет снизить энергопотребление и повысить надежность оборудования.

Для упрощения расчетов была принята модель, в которой труба представляет собой цилиндр, излучающий тепло мощностью 1 кВт. Внутренняя температура трубы достигает 550°C, в то время как наружная температура составляет 70°C. Целью расчета было определить толщину теплоизоляционного слоя, необходимую для поддержания наружной температуры на уровне 50°C. В результате проведенных вычислений толщина теплоизоляции составила 87 мм.

Расчет тепловой изоляции основывался на уравнениях теплопроводности и конвекции, что позволило учесть все основные факторы, влияющие на теплопередачу. Были использованы упрощенные модели, которые позволили эффективно и точно оценить необходимые параметры изоляции. Важным аспектом расчета является учет коэффициента теплопередачи и теплопроводности материала изоляции, что позволяет более точно прогнозировать тепловые потери и оптимизировать конструкцию [1]. На рис. 1 представлен чертеж крепления строительного фена, используемого в данной лабораторной установке.

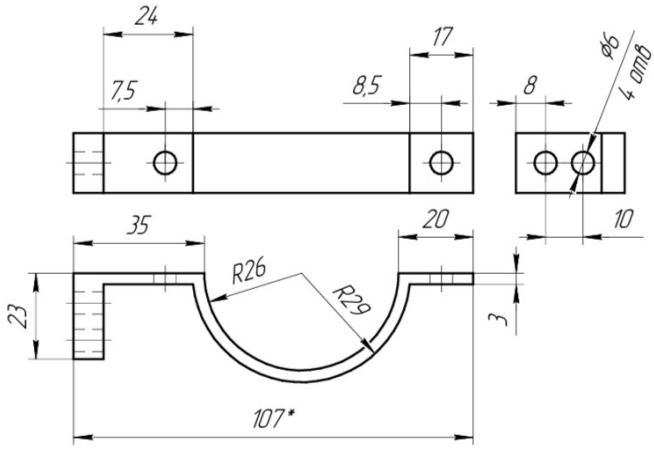


Рис. 1. Чертеж крепления строительного фена

Таким образом, проведенный тепловой расчет тепловой изоляции показал, что для обеспечения наружной температуры 50°C при внутренней температуре 550°C необходима изоляция толщиной 87 мм. Данная работа демонстрирует важность точных расчетов и использования современных методов моделирования для оптимизации тепловых процессов. Результаты могут быть использованы для дальнейшего совершенствования лабораторных установок и повышения их эффективности.

1. Михеев, П.П. Теплопередача / П.П. Михеев, И.С. Михеева. — Москва: Энергоатомиздат, 1985. — 432 с.

УДК 629.3.027

КОРОЛЕВ Р. К., КУЛАГИН А. Л., КУЗМИЧЕВ В. А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ РЫЧАГА ЗАДНЕЙ ПОДВЕСКИ ДЛЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINIBAJA»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Рычаг задней подвески является ключевым элементом в конструкции автомобиля, обеспечивающим стабильность и управляемость на дороге. Процесс его проектирования и

создания включает несколько этапов: от разработки концепции до финальной сборки и тестирования.

Первым шагом в проектировании рычага задней подвески является создание кинематической схемы системы подвески, для достижения эффективных значений статического и динамического хода подвески и подбора оптимального расположения амортизатора и точек его крепления (рис. 1, 2).

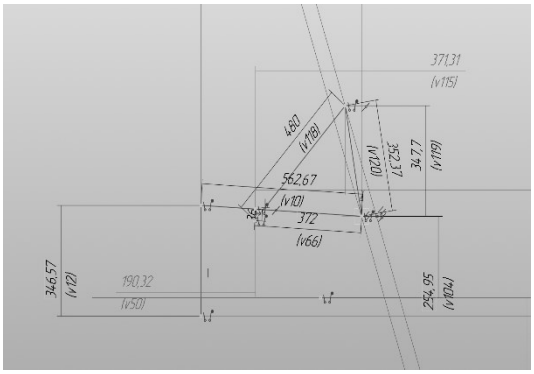


Рис. 1. Подвеска автомобиля без нагрузки

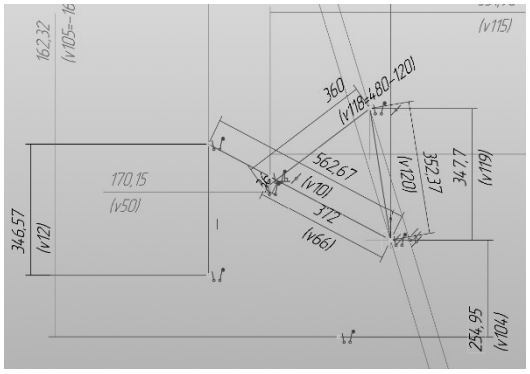


Рис. 2. Подвеска автомобиля в нагруженном состоянии

Следующим этапом в проектировании рычага задней подвески является создание 3D-модели, которая учитывает все технические требования и условия эксплуатации. На этом этапе важно учитывать не только геометрию рычага и рамы, но и его взаимодействие с другими компонентами подвески, такими как амортизаторы и пружины. Для обеспечения надежности и долговечности конструкции была выбрана труба из холоднокатаной стали.

Заключительным этапом стал прочностной расчет, который был выполнен с использованием программного обеспечения FEMAP. В ходе анализа, с учетом коэффициент запаса прочности, напряжения в критических зонах находятся в пределах допустимых значений, что позволило завершить работу по дальнейшим внесениям изменений в конструкцию рычага задней подвески (рис. 3).

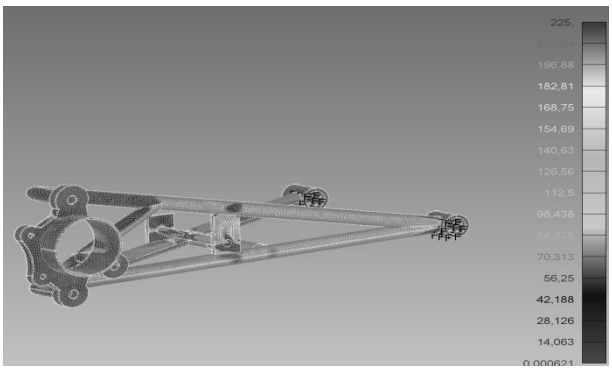


Рис. 3. Расчет рычага задней подвески

Таким образом, проектирование и создание рычага задней подвески – это сложный и многогранный процесс. Успешное завершение всех этапов позволяет гарантировать надежность и безопасность автомобиля на дороге.

УДК 629.3.022

КОСОЛАПОВ А.С., КУЛАГИН А.Л., КУЗМИЧЕВ В.А.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АДДИТИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ПРОЕКТЕ «MINIBAJA»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время аддитивные технологии применяются во многих сферах жизнедеятельности человека. В проекте «MiniBaja» данные технологии были использованы для созда-

ния оснастки, с помощью которой был сварен поворотный кулак для спортивного болида (рис.1, 2).

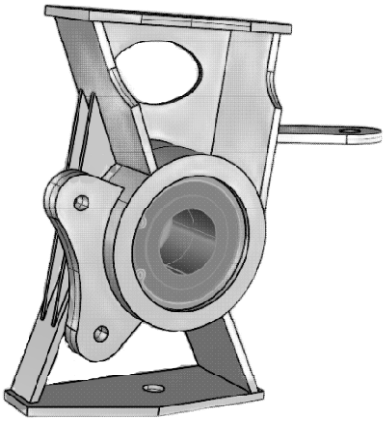


Рис.1. Модель поворотного кулака

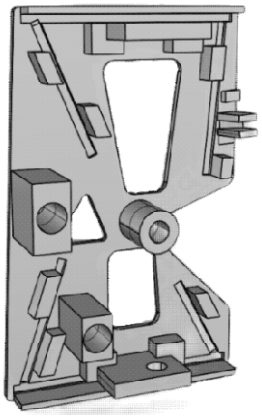


Рис.2. Модель оснастки поворотного кулака

Поворотный кулак имеет сложную геометрическую форму – металлические пластины различной длины и ширины, расположенные под определенным углом друг к другу. Чтобы собрать данный узел рулевой системы так, как он был спроектирован, необходимо создать технологическую оснастку, которая будет повторять необходимую геометрию. Рациональным решением является изготовить данную оснастку с помощью 3D-печати, т.к. данный способ позволяет экономить время и многократно использовать оснастку, адаптируя под изменения в конструкции данного узла.

Оснастка выполняет следующую функцию: она состоит из пазов, повторяющих геометрию модели поворотного кулака, в которые размещаются металлические пластины. При проектировании оснастки необходимо учитывать, что модель после изготовления изделия имеет усадку, поэтому в размеры пазов необходимо заложить допуск. Данный подход обеспечит требуемую точность геометрии поворотного кулака и жесткое размещение пластин в оснастке. Выбор допуска зависит от пластика, например, для PLA пластика он составляет 0,2 мм, т.е. при размере паза в виде прямоугольника со сторонами 7х20 мм в модели для печати данный прямоугольник нужно сделать с размерами 7,2х20,2 мм. Также в модели оснастки поворотного кулака существует несколько пустот, они позволяют уменьшить расход пластика и ускорить процесс печати детали, при этом не влияя на ее функционал.

УДК 629.7

КОТОВ В.В., КУЛАГИН А.Л., КАМАЕВ С.В., МАРТЫНОВ П.В.,
САФОНОВ А.А., АБРАКОВ А.А.

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОЙ АНАЛИТИКИ БЕСПИЛОТНИКА: ДЕТЕКЦИЯ ARUCO-МАРКЕРОВ И ЦВЕТНОГО ОБЪЕКТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

В настоящее время системы компьютерного зрения всё чаще находят применение в задачах, связанных с обработкой видеопотока, полученного через бортовые камеры летательных аппаратов.

Целью работы является разработка программы, предназначенной для анализа видеопотока: распознавания ArUco-маркеров и заданного цветного объекта – красного конуса. По-

скольку программная реализация может быть выполнена с использованием доступных решений, в качестве основных инструментов были выбраны:

- Python – как основной язык программирования;
- Библиотека OpenCV – для захвата, обработки изображения и детекции ArUco-маркеров;
- библиотека Numpy – для работы с массивами данных и преобразованиями HSV;
- библиотека OS – для организации хранения и сохранения изображений.

Система предназначена для работы с потоком изображений, получаемым от камеры дрона. Программа обеспечивает захват видео, предварительную обработку каждого кадра, включая фильтрацию по цветовым диапазонам, масштабирование и сохранение изображений. Также внедрены функции визуализации меток и объектов интереса, а также формирования итоговой карты всех найденных маркеров. Программа позволяет определять ID и координаты ArUco-маркеров, формировать рамки и подписи вокруг них, сохранять кадры с изменённым размером и формировать текстовый файл, содержащий информацию обо всех обнаруженных объектах.

При тестировании программы выявлены основные трудности: снижение точности при изменении освещения, ложные срабатывания на объекты, имеющие схожие цветовые характеристики с целевым, например, на яркие вещи одежды или фоновые элементы. Эти проблемы были частично решены с помощью дополнительной фильтрации контуров по площади, а также настройкой двухдиапазонной маски в HSV-пространстве. Полученные результаты показывают, что система работает стабильно в контролируемых условиях, однако требует доработки для повышения помехоустойчивости и точности распознавания.

Программа может служить основой для последующего развития систем поддержки пилота и обучения студентов работе с библиотеками компьютерного зрения. Она демонстрирует практическую направленность и возможность применения в учебных проектах. Разработанное решение представляет собой начальный уровень понимания задач, стоящих перед современными беспилотными системами, и является перспективным направлением для дальнейшей интеграции в более сложные проекты. Программный комплекс и аппаратное обеспечение на базе БПЛА апробировано в рамках проведения образовательно-соревновательного мероприятия «Первый полет 2.0» (рис. 1).



Рис. 1. Апробация в рамках проведения образовательно-соревновательного мероприятия «Первый полет 2.0»

УДК 629.3.022

НЕДОТЕКИН И.А., КУЛАГИН А.Л., КУЗМИЧЕВ В.А.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И СОЗДАНИЕ ПЕДАЛЬНОГО УЗЛА ТОРМОЗНОЙ СИСТЕМЫ ДЛЯ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ «MINIBAJA»

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Педальный узел – важный компонент тормозной системы автомобиля, передающий усилие от водителя к тормозным механизмам. Его изготовление включает несколько этапов: проектирование, выбор материалов, обработку деталей, сборку и контроль качества.

На основе технических требований была создана первоначальная 3D-модель педального узла. Была учтена эргономика для комфортного нажатия педали, а также совместимость

с уже готовыми компонентами, такими как главные тормозные цилиндры. В качестве материала была выбрана листовая оцинкованная сталь.

Следующей задачей стал прочностной расчет. Для прочностного расчета использовался программный пакет FEMAP. Использовался метод конечных элементов, который помог определить напряжения и деформации платформы педального узла от приложенных усилий на педаль тормоза со стороны водителя. Прочностной расчет позволил выявить недостатки в жесткости конструкции. При нажатии на педаль тормоза в задней стенке корпуса возникали критические напряжения (рис. 1). Нашим инженерным решением стало увеличение толщины задней стенки, а также добавление в конструкцию специальных усилителей. Повторный расчет на прочность недостатков не выявил, программа показала результаты распределения напряжений без явных критических зон (рис. 2).

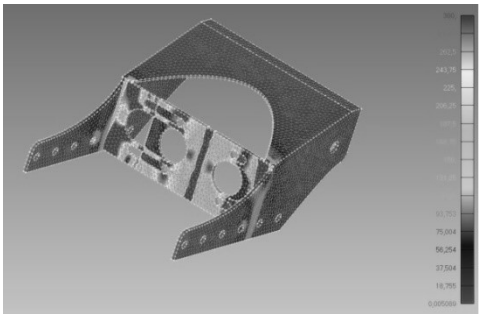


Рис. 1. Платформа педального узла до усиления, вид сзади

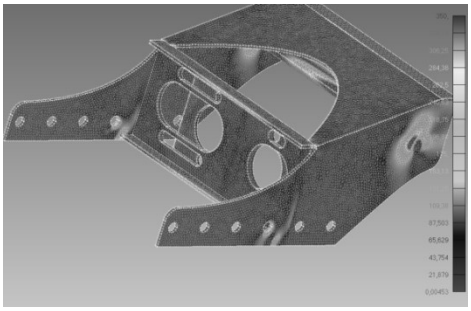


Рис. 1. Платформа педального узла после усиления, вид сзади

После проведения мероприятий, повышающих прочность и устойчивость к нагрузкам педального узла, были добавлены элементы, позволяющие закрепить концевые датчики. Они считывают информацию о положении педали тормоза: если педаль продавлена, сигнал отправляется на реле, а впоследствии на стоп-сигналы. Также в педальный узел была интегрирована кнопка аварийного отключения массы. При каком-либо повреждении гидравлической части тормозной системы в ней падает давление, педаль перемещается дальше необходимого положения и активирует кнопку аварийного отключения массы, тем самым останавливая двигатель автомобиля.

Следующим этапом было изготовление технической документации и непосредственно деталей. Оси и втулки подготовлены при помощи токарного оборудования. Детали из листового металла изготавливались при помощи лазерной резки.

В данный момент производится непосредственно сборка узла. Далее последует этап финальной проверки и испытания с приложением эксплуатационных нагрузок. После этого педальный узел будет установлен в автомобиль.

УДК 929.7

ПОКУСАЕВ Д.Г., КУЛАГИН А. Л., ТАРАСОВ В. К., ГУДОВ А. А., БАТЫГИНА Д. А.

МЕТОДИКА РАСЧЁТА И ВЫБОРА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ САМОЛЁТА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Целью данной статьи является описание процесса расчёт и выбора необходимой силовой установки (далее СУ) для беспилотного летательного аппарата (далее БПЛА) в рамках регламента Всероссийского конкурса авиационного творчества «СКАТ».

Преимуществом приведенного алгоритма является быстрое и точное проведение расчётов по части СУ летательного аппарата (далее ЛА), а также на моменте проектирования оценить возможности ЛА при различных режимах работы.

В первом приближении, зная максимальный коэффициент подъемной силы для выбранного профиля крыла, нагрузку на крыло и длину разбега, определяем тяговооружённость по приведенной формуле:

$$P_0 = 1{,}05\left[\frac{0{,}12*p_0}{C_{y\,max}*L_{разб}} + \frac{1}{2}*\left(3*f_{разб} + \frac{1}{K_{разб}}\right)\right] = 0{,}81$$

После определения тяговооружённости можно формировать выводы о характеристиках будущего двигателя ЛА.

Для второго приближения, зная подъёмную силу крыла и его сопротивление можно построить таблицу потребных скоростей и тяги для СУ (табл. 1).

Таблица 1

Пример потребных скоростей V и тяги

α, °	Cy	Cxi	Cx	K	Pп, Н	V, м/с
-2.00	0.03	0.003	0.030	0.87	39.47	109.29
0.00	0.15	0.001	0.200	7.50	4.58	45.50
4.00	0.50	0.016	0.035	14.30	2.40	24.92
8.00	0.80	0.040	0.059	13.60	2.52	19.70
12.00	1.00	0.063	0.820	12.20	2.81	17.62
16.00	1.10	0.076	0.095	11.60	2.96	16.80

Следующий шаг – оценка тяги выбранного двигателя, где с помощью специальных программ (например, eCalc) рассчитывается тяга выбранного двигателя при разных оборотах. В результате получаем значения тяги, затрачиваемой мощности и эффективности винта, по которым строим 4 графика располагаемой тяги *P*р в зависимости от оборотов двигателя БПЛА (рис. 1).

Далее необходимо определиться с типом компоновки СУ. Для примера возьмём однодвигательную схему. После сравнения нескольких подходящих вариантов, выбираем самый эффективный по потреблению тока и массе, после чего выбираем винт для нашего двигателя.

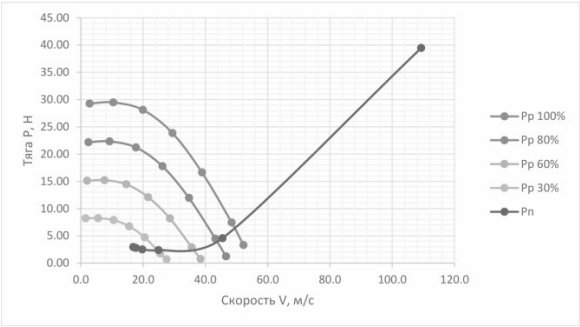


Рис. 1. Зависимость Pp=f(V) при различных значениях оборотов в минуту

Последним шагом является расчёт скороподъёмности. Промежуточные значения *Cy* и *Cx* берём из табличных значений профиля NACA 2412 из учёта того, что максимальная скороподъёмность лежит в пределах углов атаки от 0° до 5°. Расчет представлен в табл. 2.

Таблица2

Скороподъёмность при различных углах α

α, °	Cy	Cx	K	V, м/с	Pp, Н	Pп, Н	Vy, м/с
0	0,315	0,017	18,84	31,42	27,87	1,77	23,89
1	0,530	0,027	19,47	24,20	28,52	1,71	18,89
2	0,711	0,033	21,24	20,90	28,81	1,57	16,58
3	0,905	0,033	27,04	18,53	28,97	1,23	14,97
4	1,185	0,042	27,92	16,19	29,07	1,19	13,14
5	1,190	0,059	20,05	16,16	29,13	1,66	12,92

В итоге можно убедиться, подходит ли выбранная СУ, и узнать, при каких режимах обеспечивается эффективность для выполнения полетного задания.

УДК 629.11

ПОМЕЛОВ Ф. П., КУЛАГИН А.Л., СТРЕЛЬНИКОВ В.М.

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В КОМАНДЕ МЕЖДУ УЧАСТНИКАМИ И КУРАТОРОМ ПРИ РЕШЕНИИ ИНЖЕНЕРНОЙ ЗАДАЧИ НА ПРИМЕРЕ ОЛИМПИАДЫ «СИРИУС. ЛЕТО»

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева.

В данной статье рассматривается опыт взаимодействия трёх участников и куратора в команде при решении инженерной задачи «Разработка дизайна беспилотной грузовой установки» в рамках инженерной Олимпиады «Сириус. Лето». Анализируются особенности

коммуникации, координации и распределения обязанностей в условиях географической разобщённости участников.

Современные инженерные проекты всё чаще выполняются распределёнными командами, что требует эффективных механизмов коммуникации и координации. Участие в инженерной Олимпиаде, целью которого было создание дизайна беспилотной грузовой установки, позволило исследовать взаимодействие в команде из трёх участников, расположенных в разных городах, и одного куратора.

Географическая разобщённость участников существенно повлияла на коммуникационные процессы. Эффективность работы во многом зависела от чёткого распределения ролей и задач, согласованного с помощью онлайн-платформ управления проектами. Куратор играл ключевую роль в координации деятельности, разрешении конфликтов и обеспечении своевременного обмена информацией. Использование видеоконференций и мессенджеров позволило преодолеть часть ограничений, связанных с дистанционным взаимодействием. Тем не менее, некоторые сложности, связанные с синхронизацией работы и невербальной коммуникацией, всё же сохранялись. Практика показала, что эффективная коммуникация и гибкое распределение задач были критичными факторами для успешного завершения проекта. Были выявлены сильные стороны – эффективное использование цифровых инструментов и слаженные действия в ключевые моменты, и слабые стороны – сложности с неформальным общением и решением спонтанно возникающих проблем.

Полученные результаты подтверждают важность четких правил общения и использование специализированных программ в распределённых командах. Дальнейшие исследования могут быть направлены на анализ эффективности различных платформ для совместной работы и разработку рекомендаций по оптимизации коммуникации в подобных условиях.

Опыт работы распределённой команды над проектом беспилотной грузовой установки показал, что при правильной организации коммуникации и координации, географическая разобщённость не является непреодолимым препятствием для успешного выполнения сложной инженерной задачи. Ключевыми факторами успеха стали чёткое распределение ролей, активное использование цифровых инструментов и эффективное лидерство куратора.

УДК 629.113.7

РАЖЕВ А. Д., КУЛАГИН А. Л., КУЗМИЧЕВ В. А.

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РАМЫ СПОРТИВНОГО АВТОМОБИЛЯ КЛАССА «MINI BAJA» С ПРИМЕНЕНИЕМ СТАПЕЛЯ

Нижегородский государственный технический университет им. Р. Е. Алексеева

Стапель выполняет функцию пространственного шаблона, гарантирующего соответствие рамы проектным параметрам (колесная база, углы установки колес, положение силовых узлов). В условиях высоких динамических нагрузок, характерных для внедорожных соревнований, даже незначительные отклонения (более ±2 мм) могут привести к:

- нарушению управляемости и устойчивости автомобиля;
- локальному перенапряжению конструкции;
- дисбалансу подвески и трансмиссии.

Использование стапеля минимизирует человеческий фактор при сборке, обеспечивая точность позиционирования трубчатых элементов за счет системы регулируемых фиксаторов и лазерной калибровки. У команды СКБ «Вездеходных машин», сборка рамы разделилась на несколько этапов.

1 этап – подготовительные работы (рис.1, рис.2). На данном этапе производилась фрезеровка элементов стапеля на ЧПУ станке и механическая обработка труб рамы.

2 этап – сборка стапеля (рис.3).

3 этап – установка трубчатых элементов рамы в стапель с контролем геометрии (рис.4).

4 этап – сварка элементов каркаса.

5 этап – извлечение рамы из стапеля (рис.5).

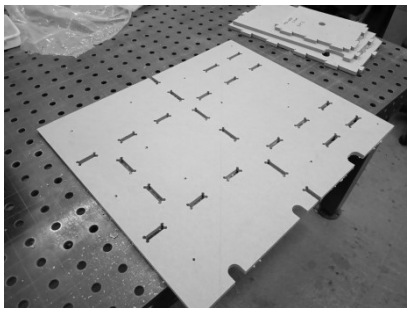


Рис. 1. Фрезеровка элементов стапеля

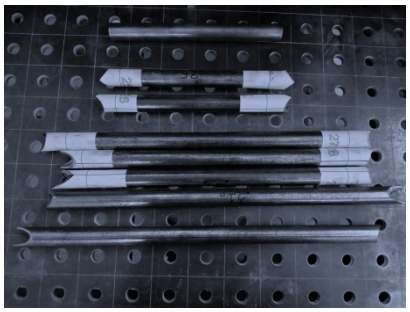


Рис. 2. Торцовка труб

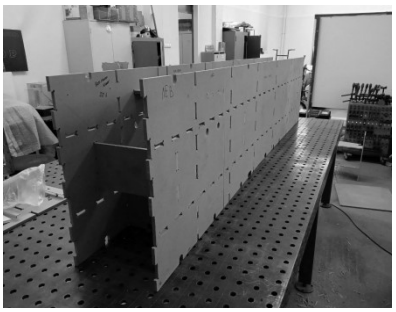


Рис. 3. Сборка средней части стапеля



Рис. 4. Выкладка труб рамы в стапель

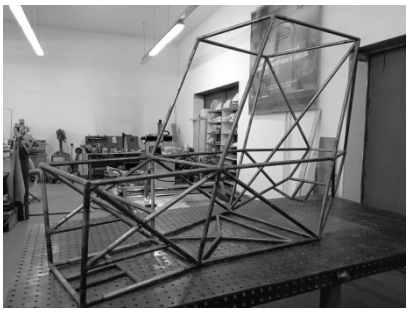


Рис. 5. Готовая рама

Стапельная технология является основой в изготовлении рамы для автомобиля класса «MINI BAJA». Она обеспечивает соблюдение строгих требований к точности, прочности и безопасности. Отказ от стапеля повышает риски критических дефектов, снижающих конкурентные характеристики транспортного средства.

УДК 629.7

ТАРАСОВ В.К., КУЛАГИН А.Л., ГУДОВ А.А., БАТЫГИНА Д.А., ПОКУСАЕВ Д.Г.

ПОДБОР БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ БПЛА САМОЛЕТНОГО ТИПА

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева

Одной из немаловажных частей при проектировании беспилотного летательного аппарата (далее БПЛА) является подбор бортового оборудования (далее БРЭО). Выбор элементов БРЭО является производной от требований к БПЛА и его назначения. Основные элементы, входящие в состав бортового оборудования БПЛА, перечислены далее.

1. Полетный контроллер. Необходим для стабилизации аппарат в воздухе, автоматического удержания высоты, автономного полета, передачи текущих параметров полета.

2. Радиоприемник. Устройство необходимое для получения команд оператора от пульта управления и для передачи данных на полетный контроллер. Также передает данные оператору по скорости, заряду батареи и высоте.

3. GPS. Определяет местоположение, скорость, высоту. Также необходим для автономного полета по заданному маршруту.

4. Регулятор оборотов. Обеспечивает стабилизацию полета и плавное изменение частоты вращения бесколлекторных двигателей, повышения маневренности, защиты от перегрева двигателя.

5. Бесколлекторный двигатель и винт. Составляют систему обеспечивающую создание подъемной силы, удержание и движение БПЛА в воздухе.

6. FPV камера. Осуществляет съемку окружающего пространства в реальном времени Это позволяет контролировать перемещение БПЛА в пространстве.

7. Видеопередатчик. Нужен для передачи изображения с камеры на видеоприемник (FPV очки или монитор компьютера).

8. Аккумулятор. Обеспечивает электропитание электронных компонентов БПЛА.

9. Сервоприводы. Необходимы для управления различными механизмами БПЛА, такими как: элероны, рули высоты, система сброса груза, и.т.д.

Данный перечень компонентов является необходимым для обеспечения работоспособности и эксплуатации БПЛА.

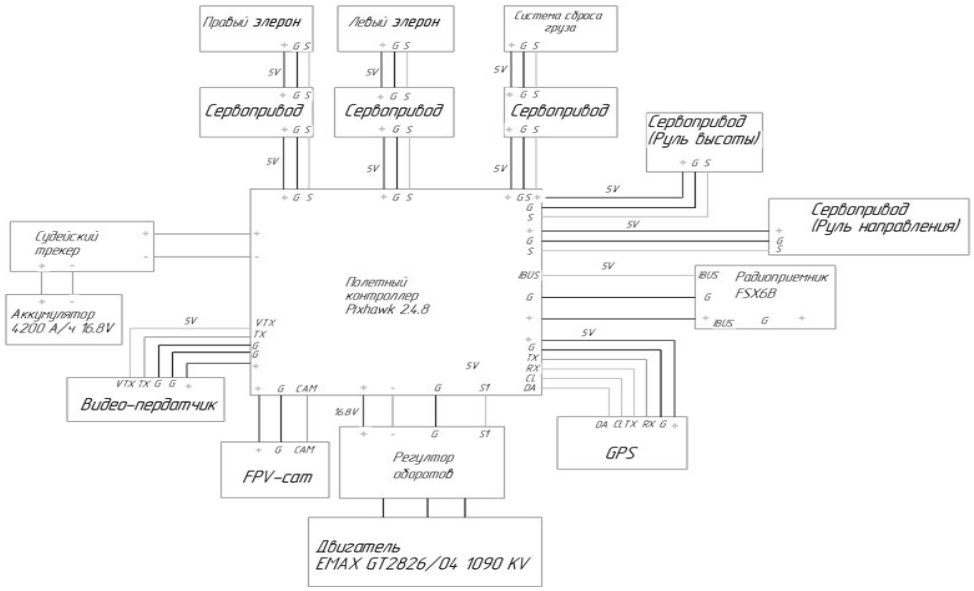


Рис. 1 Схема бортового оборудования БПЛА

УДК 57.08

ТЕРЁШИН М.А., СУХАНОВ Д.Е., ДЕМЧЕНКО О.А.

ЭЛЕКТРОФЛОТАЦИОННОЕ ИЗВЛЕЧЕНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ИЗ КУЛЬТУРАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ

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

Микроводоросли – группа фототрофных микроорганизмов, представленная многочисленными видами и широким ареалом распространения в природе. Одной из таких одноклеточных микроводорослей является *Chlorellavulgaris*. Микроводоросль *Chlorellavulgaris* – одноклеточный фотосинтезирующий микроорганизм, имеет сферическую форму размером 2… 10 мкм в диаметре. Как и у всех высших растений, в пластидах *Chlorellavulgaris* содержатся хлорофилы форм *a* и *b,* функция которых состоит в аккумулировании энергии солнечного света и использовании её для образования органических веществ [1]. *Chlorellavulgaris* широко распространена в пресных водоемах, на сырой земле, коре деревьев, способна к развитию и в соленой воде. Для роста и развития *Chlorellavulgaris* необходимы вода, минеральные вещества, углекислый газ и кислород. Для микроводоросли можно получить прирост биомассы в 200 раз больше, чем у высших растений [2].

Интерес к микроводоросли *Chlorellavulgaris* связан, в основном, с ее использованием в производстве биодизельного топлива, а также кормов для животноводства. Биомасса этого

природного сырья представляет собой ценный источник белков, углеводов, витаминов, полиненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ, пигментов. В *Chlorellavulgaris* содержатся ценные биологические вещества: белков 51 – 58 %, углеводов 12 – 17 %, липидов 14 – 22% и другие [3].

В технологии промышленного производства клеток биомассы микроводорослей одной из основных стадий является концентрирование биомассы с сохранением жизнеспособности клеток. Сложность концентрирования биомассы обусловлена небольшим размером клеток водоросли (2… 10 мкм в диаметре) и низкой концентрацией 0,5… 5 г/л биомассы водоросли в суспензии.

В рамках лабораторных исследований планируется провести проверку работоспособности электрофлотационной установки для извлечения микроводорослей. Целью работы станет изучение основных показателей технологического процесса извлечения микроводорослей, а также влияние различных электродов на скорость процесса.

Изучение показателей технологического процесса извлечения микроводорослей методом электрофлотации будет полезно для решения задач, связанных с трудностями промышленного производства продуктов из микроводорослей. Основными параметрами, требующими изучения, являются:

- диаметр, образовавших пузырьков и зависимость их параметров от тока и типа электрода;
- итоговая степень осветления и извлечения микроводорослей;
- параметры конечной смеси после электрофлотатора, параметры и зависимости остаточной жизнеспособности от параметров флотирования.

Библиографический список

1. Сальникова, М.Я. Хлорелла – новый вид корма: монография/ М.Я. Сальников. – М.: Колос, 1977. – 96 с.
2. Дилов, Х. Массовое культивирование и переработка водорослей в Болгарии/ Х. Дилов, Д. Георгиев, С. Фурнаджиева и др.// Физиология растений. – 1987. – Вып.5. – с.1030-1035.
3. Кричевский, Г.Е. Волокна из водорослей. Часть 1. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://www.rusnor.org/pubs/articles/10752.htm.

БУДУЩЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ НАУКИ

Сборник материалов
XXIV Всероссийской молодежной
научно-технической конференции,
посвященной 80-летию Победы в Великой Отечественной войне
и 80-летию атомной промышленности России

Редактор О.В. Пугина

Компьютерный набор Е.Ю. Крюкова

Подписано в печать 19.05.2025. Формат 60 х 84 $^{1}/_{8}$.
Бумага газетная. Печать трафаретная. Усл. печ. л. 47,25.
Тираж 50 экз. Заказ

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Типография НГТУ.
Адрес университета и полиграфического предприятия:
603155, Нижний Новгород, ул. Минина, 24.